

Om den naturliga föryngringen på obrända
hyggen i norrländsk granskog

*On natural regeneration in unburnt cutting areas in Norrland
spruce forests*

av

LARS TIRÉN

MEDDELANDEN FRÅN
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
BAND 38 . NR 9



Lars Tirén

Om den naturliga föryngringen på obrända hyggen i norrländsk granskog

Förord

Återväxt kan frambringas med eller utan konstgrepp. Med naturlig föryngring avses i detta sammanhang uppdragande av återväxt utan konstgrepp i form av frösådd, plantering, markberedning, bränning eller andra åtgärder för markbearbetning. Hyggesrensning räknas däremot såsom en åtgärd, vilken normalt tillhör den naturliga föryngringens metodik.

Då det gäller att fatta ståndpunkt till frågan om hur föryngring lämpligen skall åstadkommas, är kännedom om de biologiska möjligheterna för olika föryngringssätt av grundläggande betydelse. På denna kännedom måste det slutliga ekonomiska avgörandet fotas. Våra kunskaper om de biologiska möjligheterna för föryngring äro emellertid i många avseenden bristfälliga, såväl i fråga om de båda huvudgrupperna naturlig föryngring och skogsodling som beträffande deras mellanformer. Följande redovisning för en vid statens skogsforskningsinstituts skogsavdelning huvudsakligen under åren 1939—1942 utförd föryngringsundersökning torde med hänsyn härtill kunna vara av intresse, emedan den möjliggör en belysning av vissa sidor av den norrländska, naturliga föryngringens problem. Undersökningen i fråga begränsades till obrända hyggen i granskog eller något tallblandad granskog inom Västerbottens, Västernorrlands och delar av Jämtlands län. Några av de väsentligaste resultaten ha tidigare framlagts i ett föredrag vid 1945 års skogsveckas och finnas publicerade i Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut, Serien uppsatser nr 2, särtryck ur Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift nr 2, 1945.

Ansvar för fältarbetet vid denna undersökning har vilat på skogsmästaren ESKIL FALL. Räknearbetet har utförts under ledning av fru KAISA FORSSTRÖM. Till dessa båda medhjälpare vill jag rikta ett varmt tack. Ett hjärtligt tack är jag även skyldig fil. lic. BERTIL MATÉRN, som i många matematisk-statistiska frågor lämnat mig en värdefull hjälp och ett högt uppskattat stöd.

Experimentalfältet i augusti 1949.

LARS TIRÉN.

I. Huvuddragen av undersökningens planläggning och utförande

På grund av den snabbt fortgående avverkningen av den gamla granskogen ansågs det vid undersökningens påbörjande vara av vikt att snarast möjligt komma till en uppfattning om utsikterna för dess naturliga förnygring. Av detta skäl grundar sig undersökningen på observationer av plantmängden på redan förefintliga hyggen av olika ålder och beskaffenhet i övrigt. Materialinsamlingen är i detta fall ett engångsarbete, som relativt snabbt kan slutföras. Den fullständigare lösning av problemet, som med all sannolikhet skulle kunna uppnås genom att på fasta provytor iakttaga plantresultatets förändringar med tiden, skulle kräva väsentligt längre tid och har därför icke kunnat komma i fråga.

Den »statiska» arbetsmetod, som alltså här kommit till användning, innebär i fråga om denna undersökning i korthet följande. Plantuppslaget observeras på ett antal tillfälliga provytor, fördelade på hyggen av varierande beskaffenhet. Plantresultatet påverkas av åtskilliga omständigheter såsom t. ex. höjden över havet, hyggesåldern, antalet fröträd i ytans omgivning, närheten till skogskanterna, vegetationstypen m. m. Dessa olika faktorer måste följaktligen också observeras vid varje enskild provyta. Vi syfta till att med stöd av undersökningsmaterialet finna ett samband mellan plantresultatet — den beroende variabeln — och de övriga faktorerna — de oberoende variablerna. När vi funnit ett sådant samband, som vi då också mer eller mindre fulländat kunna uttrycka i form av en ekvation, kan denna användas till att beräkna det sannolika plantresultatet för en godtyckligt vald kombination av oberoende variabler. För att denna beräkning skall ha utsikter att bli rättvisande, måste emellertid särskilda krav ställas på det bakomliggande materialet.

Ett väsentligt villkor är att materialets sammansättning icke blivit snedvriden genom subjektivt urval av bättre eller sämre återväxter. Inför en kritisk granskning hållbara garantier för fullständig frihet från subjektivitet kunna i förevarande fall icke lämnas. Enligt förf:s mening ha emellertid valmöjligheterna varit mycket begränsade. Till följd av knappheten på sådant material, som tillfredsställt strax nedan närmare berörda önskemål, ha nämligen så gott som alla hyggen använts, vilka fyllt vissa formella krav rörande de oberoende variablerna. Detta garanterar visserligen icke, att materialet utgör ett för undersökningsområdet representativt stickprov, men å andra sidan är det ytterst osannolikt, att materialets beskaffenhet med avseende på återväxten systematiskt förskjutits i någon på förhand angivbar riktning. Ett annat viktigt krav är, att inga för återväxten betydelsefulla, yttre förändringar ha inträffat på eller omkring provytorna sedan förnygringshugg-

ningen skedde. Detta inses därav, att den på hygget befintliga föryngringen betraktas som ett resultat av de på hygget vid undersökningstillfället i vissa avseenden rådande förhållandena. Det måste därför vara av vikt, att dessa förhållanden icke ändrats på väsentliga punkter sedan hygget togs upp. Fröträäd och restskog få exempelvis icke ha avlägsnats, skogskanter icke flyttats o. s. v. Vid materialinsamlingen har från början den största vikt fästs vid att detta krav varit väl uppfyllt. Fullkomligt uppfyllt har det i vissa avseenden dock icke kunnat bli. Så reduceras t. ex. antalet fröträäd normalt genom upprepade stormfällningar under hyggestiden och av andra orsaker. Hänsyn till denna fröträdsavgång har icke kunnat tas, men det kan visas, att dess inflytande icke varit av mycket stor betydelse.

Misstron mot möjligheterna för naturlig föryngring är otvivelaktigt störst i fråga om höjdlägenas råhumusgranskogar. En väsentlig del av undersökningsmaterialet har därför koncentrerats till höjdlägen ovan 400 m ö. h. Då vi emellertid söka efter matematiskt beskrivbara samband, måste mycket material hämtas även från lägre höjd över havet. Nivåkurvan på 100 m har därvid betraktats som en undre begränsningslinje.

Insamlingen av materialet mötte betydligt större svårigheter än väntat. Avverkningarna ha under de senaste decennierna fortgått i hastig takt. Äldre hyggen ha därvid i stor omfattning utvidgats, stämplats om eller skogsodlats och därigenom gjorts otjänliga för undersökningen. Knapphet på lämpliga undersökningsobjekt gjorde sig därför som förut nämnts i viss utsträckning gällande. Under olika tider förhärskande idéer angående föryngringshuggningarnas utförande ha givetvis även tryckt sin prägel på materialet. För att belysa variationen i detta hänseende skola vi i korthet rekapitulera några av utvecklingens huvuddrag.

Huggningar med ett klart uttalat föryngringssyfte började tillämpas på statsskogarna först efter år 1902 och då i den s. k. traktblädningens form. En mera allmän omfattning fingo dylika huggningar dock knappast förrän efter HOLMGRENS (1914) framträdande med kulishuggningsmetoden. Denna vann en tid vidsträckt användning i de överåriga granskogarna. Det var ett huggnings sätt som dels ställde föryngring i utsikt, dels även befriade förrättningsmannen från den oro han med större eller mindre skäl hyste för grantorka och stormfällning. De förhoppningar kulishuggningen uppväckte infriades icke helt, men dess bärande princip — markens mer eller mindre fullständiga kallläggning — kvarblev i de modifierade former av föryngringshuggning, som under den närmast följande tiden kommo att tillämpas. HESSELMAN (1916—17) framhöll i en känd avhandling betydelsen av humustäckets kväveomsättning för plantornas tillväxt och trevnad och påvisade, att kvävemobiliseringen gynnades genom kalhuggning. Härigenom vann huggningsmetoden ett starkt stöd.



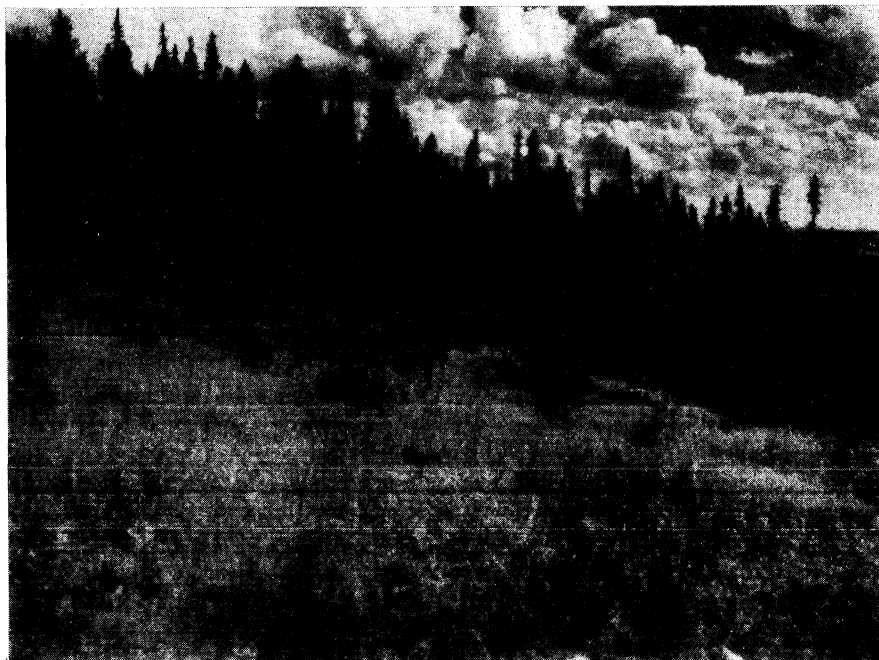
S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 1. Kalhygge 1927, 480 m ö. h., Dorotea.
Clearcutting 1927, 480 m altitude.

Vad som ur skoglig synpunkt framför allt kännetecknar kalhuggningen är strävan att med dess hjälp snabbt grundlägga en ny föryngring. Smärre, lovande plantor, som härstamma från det avverkade beståndet, kunna visserligen lämnas kvar på hygget, men de representera i så fall snarast en avvikelse från principen. Redan tidigt tillämpades emellertid — särskilt av Mo och Domsjö Aktiebolag — en huggningsmetod, som avsåg att i stor utsträckning bygga föryngringen på det plantmaterial, som fanns i den gamla skogen redan vid avverkningen. Understödd av röjningar och dikningar kunde metoden i gynnsamma fall ge goda resultat.

Vid kulishuggning och andra former av trakthuggning måste skogsmannen sörja för hyggesarealens fröbesåning. Detta kunde ske på två sätt, som ofta kombinerades, nämligen genom att begränsa hyggesstorleken, vilket borde möjliggöra besåning från omgivande skogskanter, och genom att ställa fröträd.

Till en början förordades endast kvarställande av tall som fröträd. Bortröjningen av den icke avsättningsbara restskogen, som principiellt borde genomföras i trakthyggesbruket, underläts emellertid ofta, vilket hade till följd, att hyggena ibland kommo att te sig som mer eller mindre söndertrasadé



S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 2. Kalhygge 1927, 470 m ö. h., Dorotea. Örtrik vegetationstyp.
Clearcutting 1927, 470 m altitude. Herb-rich vegetation type.

skräpbestånd. Under 1920- och 1930-talen stegrades dock intresset för hyggesrensningar, och sådana åtgärder blevo så småningom alltmerta tillämpade. Mångenstädes hade den i granskogen sparsamt förekommande tallen avlägsnats vid tidigare dimensionsstämplingar eller vid själva trakthyggesstämplingen. Då erfarenheten lärt, att de bättre smådimensionerna av gran kunde fortleva och grönska på hyggena, blev det vanligt att i brist på tallfröträäd kvarställa dylika s. k. »fröspridare» som fröträäd.

Ofta kvarställdes ett mycket stort antal smärre dimensioner på granskogshyggena, varigenom dessa i själva verket komma att inta ett mellanläge mellan hygge och bestånd av restskogstyp. Beståndskaraktären underströks ytterligare genom att en del grövre, avsättningsbara dimensioner ej sällan också lämnades kvar. Hyggen av denna art voro i början av 1940-talet mycket vanliga i de norrländska granskogarna. Deras tillblivelse kan knappast hänföras till någon bestämd period; de synas i själva verket ha uppkommit under hela den här berörda tiden, dock icke minst under 1930-talet. Otvivelaktigt ha produktionssynpunkter medvetet eller omedvetet spelat in vid denna huggningsform. Huggningen har dock i många av de avsedda fallen uppenbarligen icke förts i fullt medvetande om kraven vare sig

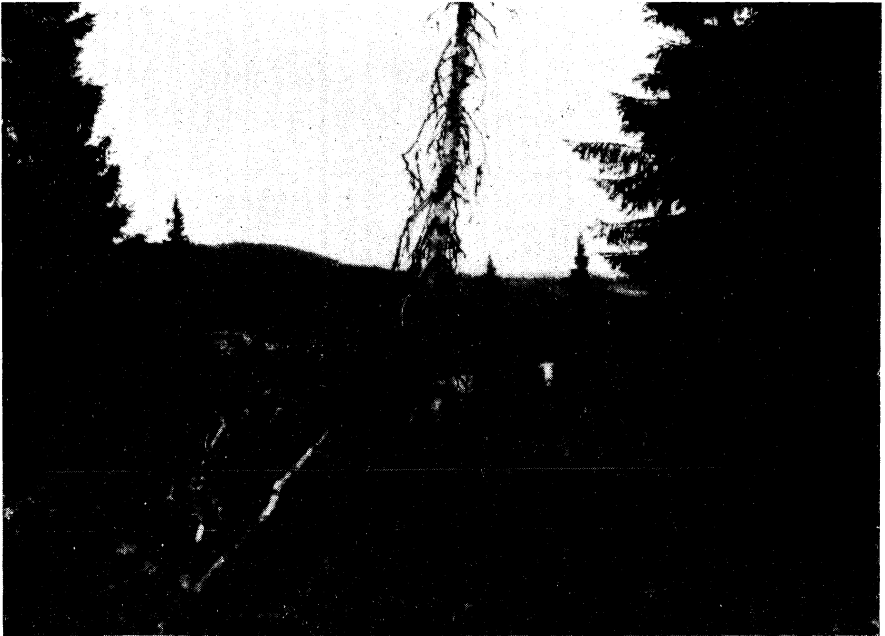


Fig. 3. Hygge 1915, 590 m ö. h., Stensele.
Cutting 1915, 590 m altitude.

S.F.I:s saml., 1940.

på en föryngringshuggning eller på en genomhuggning. Dessa camouflerade hyggen bidra därigenom starkt till det intryck av dåligt tillstånd, som de norrländska granskogstrakterna flerstädes ge.

Vid materialinsamlingen till denna undersökning har strävan varit att uppnå en god fördelning av hyggena på höjdlägen, hyggesåldrar och vegetationstyper samt beskaffenhet med avseende på förekomst av fröträd, restskog m. m. I vissa delar har detta också lyckats. Synnerligen god är sålunda fördelningen på höjdlägen och hyggesåldrar. Av vegetationstyperna är den vanliga friska ristypen utan eller med *Dryopteris* eller andra lågörter rikligast företrädd, därefter sumpmosstyperna och deras övergångsformer till frisk mark. Högörttypen är däremot svagare representerad, vilket beror på den förklarliga motvilja man hyst mot att ta upp hyggen på denna marktyp.

Av skäl som antytts i det föregående lider hyggenas fördelning på skoglig typ däremot av en betydande ensidighet. Sålunda förekomma alldeles kala hyggen tämligen sparsamt liksom även hyggen med ett större antal goda fröträd av grövre dimensioner. Tillräcklig variation i hyggesareal har icke kunnat uppnås, framför allt emedan hyggesgränserna ofta varit odefinierbara, varjämte mycket små hyggen praktiskt taget saknats. Hyggesarealen kan till följd härav icke medföras som särskild, oberoende variabel.



S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 4. Hygge 1917 i fjällskog, 580 m ö. h., Solberg.
Cutting 1917 in fjeld forest, 580 m altitude.

Vissa uppgifter om materialets sammansättning lämnas i tab. 1. Motsvarande uppgifter i tab. 2 avse huvudsakligen planteringar, som undersökts för längre fram berörda ändamål.

*

Undersökningen har i tekniskt avseende gått till på följande sätt. Den till undersökning avsedda arealen utmärktes på marken. Om möjligt medtogs därvid hela den del av hygget, som icke kunnat påverkas av under hygges-tiden uppkomna förändringar i omgivningen. På varje hygge, som icke helt omgavs av äldre hyggen, skulle en eller flera i huvudsak orörda skogskanter finnas. Skogskanten eller vinkeln mellan två sammanstötande skogskanter utgjorde alltid utgångspunkt i sådana fall, då hygget på grund av storleken ej kunde undersökas i sin helhet. En skisskarta över området upprättades av undersökningens ledare och på denna karta inritades och namngävos samtliga förekommande vegetationstyper. Dessa ha således alltid bedömts av en och samma person. Därefter taxerades trakten med hjälp av cirkelprovvytor med 1,4 m radie, utlagda i regelbundet förband till ett antal av omkring 25 st. per trakt. Det samlade materialet innehåller 3 075 st. sådana provvytor, för-

delade på 132 hyggen. På provytorna räknades och registrerades samtliga plantor, varvid dessa klassificerades och mättes i ett flertal olika hänseenden.

Kring varje provyta utlades vidare dels en s. k. »storprovyta» med 5 m radie, dels också en s. k. »fröträdsyta» med 25 m radie. På den förra observerades förekomsten av all slags skog; denna uppmättes och registrerades. På den senare antecknades förekomsten av fröträd av olika slag. Varje provyta utmärktes på en karta, som upprättades i samband med taxeringen. På kartan inritades även de särskilt beskrivna skogskanterna. För varje enskild provyta upprättades markbeskrivning med tillhörande mätningar samt gjordes anteckningar om de förekommande växterna.

Provytornas storlek och deras antal på varje hygge har bestämts genom en kompromiss. Det är ur representationssynpunkt fördelaktigt med många små provytor, som också ge ett något mindre medelfel för samma taxerade areal än stora ytor. Men beskrivnings- och mätningsarbetet ökar å andra sidan starkt med antalet ytor. En ytstorlek av 6,16 m² (= cirkelyta med 1.4 m radie) och ett antal av 25 st. ytor per hygge valdes med ledning av ovannämnda synpunkter såsom en framkomlig medelväg.

II. Om utförda mätningar och observationer

Samtliga mätningar och observationer ha grundats på förhållandena vid undersökningstillfället. En stor del av de utförda observationerna komma icke närmare att behandlas i denna uppsats, varför dessa jämte de vanliga rutinmätningarna icke i detalj beröras i fortsättningen. Rörande vissa av observationerna lämnas nedan närmare förklaringar.

Utförda huggningar

Tidpunkten för och arten av utförda huggningar antecknades. Därvid fästes huvudvikten vid den väsentliga föryngringshuggningen och efterföljande hyggesrensningar. Hyggets ålder har angivits såsom antalet somrar fr. o. m. sommaren närmast efter den väsentliga föryngringshuggningen t. o. m. sommaren närmast före undersökningssommaren. Den sistnämnda sommaren ingår således ej i hyggesåldern.

Plantor och träd

Plantorna ha uppdelats i två huvudgrupper, nämligen sådana som uppkommit:

1. Före föryngringshuggningen.
2. Efter »

Dessa båda grupper återkomma ständigt i den följande framställningen, varför det kan vara fördelaktigt att ha särskilda namn på dem. Sålunda kallas den förra gruppen »beståndsföryngring» och den senare »nyföryngring». De båda grupperna kunna skiljas från varandra genom årsrings- eller toppskottsräkning. Årsringsräkningen underlättas genom att man färgar snittytan med floroglucin och saltsyra och skär ett tunt snitt, som observeras i genomfallande ljus med en ljusstark lupp. Härigenom och genom kontroll med toppskottsräkning torde skiljelinjen mellan bestånds- och nyföryngringen ha kunnat bestämmas på ett eller annat år när.

Till plantor eller föryngring räknas självfallet all nyföryngring. Därtill kommer en del av de plantor, som uppkommit före avverkningen. Strävan har varit att till »plantor» räkna den del av dessa, som vid huggningen högst uppnådde 2 meters höjd. Det ansågs dock innebära oskäligen tidsutdräkt att i varje enskilt fall bestämma denna gräns genom borring på 2 m. Försöksledaren gjorde därför på varje enskilt hygge, där så behövdes, en undersökning över den nuvarande höjden hos de ifrågavarande gränfallen. Till plantor räknades sedermera vid taxeringen alla individ, som högst uppnådde den sålunda av försöksledaren angivna övre höjdgrens. Oftast visade det sig, att nyföryngringens högsta höjd ökad med 2 m var en lämplig gräns.

Vegetationstyp

Indelningen i vegetationstyper grundar sig på rent floristiska iakttagelser av markvegetationens sammansättning. Det var nödvändigt att från början förutsätta, att föryngringsvilligheten kunde vara olika på olika vegetationstyper. Följaktligen var det för tillämpningens skull önskvärt att använda samma vegetationstypsschema på hygget som i det oavverkade beståndet och typschemat borde vidare vara så beskaffat, att det gav samma resultat vare sig bedömningen skedde på det ena eller andra stället.

Hur ett sådant schema borde vara inrättat kunde icke avgöras på förhand. Därför beskrevs vegetationen på varje enskild provyta, varigenom möjlighet vanns att ur olika synpunkter undersöka vegetationssammansättningens eventuella inflytande. Dessutom användes på prov ett enkelt typschema, som snart visade sig vara mycket effektivt och därför vann fortsatt tillämpning under hela undersökningen. Det hade följande utseende.

Vegetationstypsschema

1. Lavtyp
2. Lavtyp med friskmossor
3. Örtfattig friskmosstyp
4. Örtrik »

5. Örtfattig friskmosstyp med sumpmossinslag
6. Örtrik » » »
7. Örtfattig sumpmosstyp
8. Örtrik »

Inom typerna 4, 6 och 8 urskildes de frodigaste varianterna såsom särskilda högörttyper.

I ovanstående schema avses (företrädesvis) med:

Lavar: *Cladina rangiferina* och *silvatica*, *Stereocaulon pascale*, *Cetraria islandica*.

Friskmossor: *Hylocomia*, *Dicrana*, *Ctenium crista castrensis*.

Sumpmossor: *Sphagna*, *Polytrichum commune*.

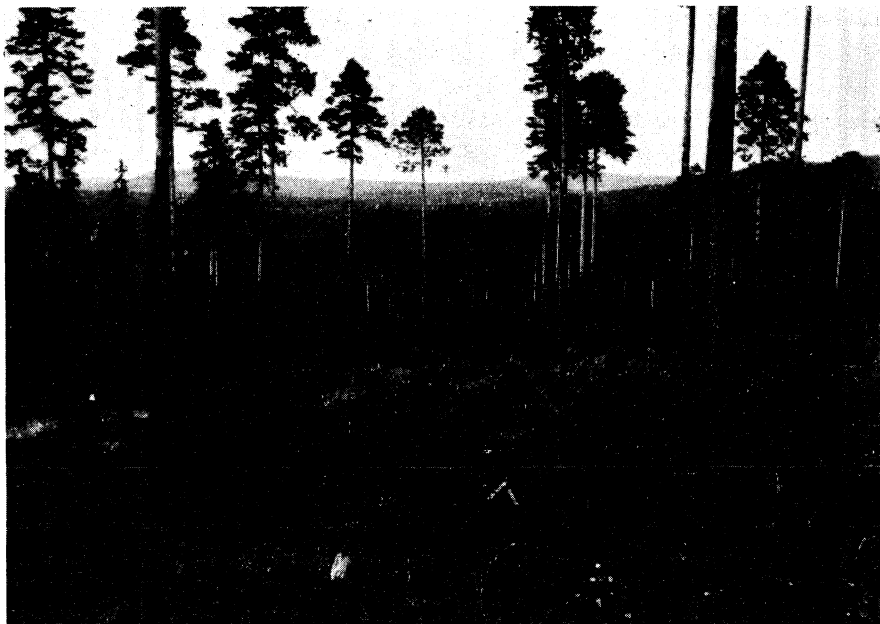
Örter: *Aconitum*, *Mulgedium*, *Filipendula*, *Valeriana* (= speciella högörter).

Dryopteris linnéana och *phegopteris*, *Geranium*, *Anemone*, *Cornus*, *Oxalis*, *Majanthemum*.

Vid typsättningen enligt schemat har vegetationstyp med sumpmossor ansetts föreligga, om sumpmossorna spelat en tydligt märkbar roll i vegetationen. Sporadisk förekomst har lämnats utan avseende. Av sumpmosstyperna har krävts att sumpmossorna spelat en framträdande eller dominerande roll. Örtrik vegetationstyp har slutligen föranletts av enstaka (men ej sporadisk) eller rikligare förekomst av någon eller några av de förut nämnda ledväxtörterna.

Formuleringen »tydligt märkbar roll» svarar i stort sett mot täckningsgraderna enstaka-strödd ($< \frac{1}{16}$ —inmot $\frac{1}{4}$) enligt den HULT-SERNANDERSKA skalan och »framträdande eller dominerande roll» mot täckningsgraderna riklig-ymnig ($\frac{1}{4}$ —1). I vissa fall går vegetationen på hyggena i sin helhet starkt tillbaka, så att stora arealer bliva vegetationslösa, i andra fall utbreda sig vissa växter, t. ex. *Aira*, *Epilobium*, högörter, synnerligen kraftigt och undantränga andra arter. Gränsdragningen mellan olika vegetationstyper kunde därför icke från början knytas till vissa täckningsgrader, utan måste anges mera allmänt i avvaktan på de resultat en närmare analys av observationsmaterialet kunde ge.

En uppfattning om hur typindelningen verkat vid jämförelse mellan hygge och bestånd kan fås genom att studera tab. 3. I de fall då man av topografiska skäl med säkerhet kunde anta, att samma mark från slutet bestånd fortsatte ut på hygget, gjordes en vegetationsbeskrivning inom ett begränsat område på vardera sidan om hyggesgränsen ett stycke ut på hygget resp. in i beståndet. Det visar sig här en i allmänhet mycket god överensstämmelse mellan några av de viktigaste karaktärsväxternas förekomst på hygget och i beståndet. Man observerar dock att *Polytrichum commune* på grund av sin allmänna förekomst i de flesta vegetationstyper spelar en underordnad roll som karak-



S.F.I:s saml., 1940.

Fig. 5. Hygge med fröträd år 1928, 210 m ö. h., Kulbäckslidens försökspark.
Cutting area with seed-trees 1928, 210 m altitude. Kulbäcksliden experimental forest.

tärsväxt och i det avseendet bör träda tillbaka för *Sphagnum*. Detta iaktogs på ett tidigt stadium, varför *Polytrichum* ej tillmätts avgörande betydelse vid hänförandet av en mark till vegetationstyp med sumpmossor. Särskilda här ej närmare behandlade undersökningar ha vidare visat, att *Majanthemum* som karaktärsväxt ej är fullt lika pålitlig som övriga, ovan nämnda örter. Den förekommer då och då på hygget, ehuru den saknas i beståndet.

Enligt den utförda undersökningen torde typschemat i mycket hög grad uppfylla den i detta sammanhang viktiga fordran att i allt väsentligt ge samma resultat, vare sig det tillämpas på ett gammalt eller ungt hygge eller i den oavverkade skogen.

Fröträdsytor

Kring centrum på varje provyta utlades som förut nämnts en cirkelyta med 25 m radie, inom vilken samtliga frödugliga träd av tall, gran, björk och asp. uppräknades. I äldre föryngringar kan det inträffa, att en del plantor ha förmåga till en viss ringa kottsättning. Dessa plantor ha icke räknats som fröträd. Deras eventuella inflytande på föryngringen redovisas av hyggesåldern. Fröträden uppdelades i två grupper: större fröträd, tillhörande det avverkade

beståndets två övre kronskikt enligt SCHOTTES skiktindelning, och mindre fröträäd, tillhörande de två undre kronskikten.

I de fall då en fröträdsyta till någon del nådde utanför hygget, t. ex. in i en skogskant, räknades fröträden endast på ytans hyggesdel. Denna dels procentuella andel i hela ytan uppskattades, varefter antalet fröträäd på hela ytan kunde beräknas.

Storprovytor

På en yta med 5 m radie kring centrum av varje provyta uppräknades antalet träd av alla trädslag. Dessutom mättes diameter, höjd, ålder, kronförhållande, toppskott, medelkronradie och de 5 sista årsringarnas bredd. De såsom fröbara bedömda träden erhöles en särskild beteckning till skillnad från de övriga.

Skogskanter m. m.

Skogskanternas belägenhet och sträckning i förhållande till de olika provytorna framgår av den karta, som upprättats över varje undersökt trakt. Från kartan erhåller man bl. a. avståndet från de enskilda provytorna till närmaste skogskant. Om beskaffenheten av de olika skogskanterna ha vissa anteckningar gjorts, vilka här icke närmare beröras.

Plantregistreringen

På varje provyta uppräknades antalet plantor av samtliga förekommande trädslag, både levande och döda.

Plantorna indelades i tre klasser enligt följande schema.

Klassindelning av plantor

a = felfria

b = allvarligt skadade

c = döda.

b-beteckningen avser endast allvarliga, för plantans framtida utveckling sannolikt menliga, skador av svamp eller insekter samt skadegörelse av annan art, som haft till följd svårare toppskador eller stamskador (såsom torrtopp, svårare toppbrott och bajonettbildningar, allvarliga stamskador o. dyl.). Allmän klenhet eller avtynande föranleder däremot icke i och för sig *b*-beteckning (jfr nedan). Ej heller svagare angrepp av snöskytte. Röta räknas däremot alltid till allvarliga skador (jfr nedan).

Av röta skadade plantor betecknas med en till *b*-beteckningen upptill fogad indexsiffra:



Fig. 6. Hygge 1920, 160 m ö. h., Bygdsiljum.
Cutting 1920, 160 m altitude.

S.F.I:s saml., 1940.

- b^1 = röta intill $\frac{1}{4}$ av radien vid roten,
- b^2 = » fr. o. m. $\frac{1}{4}$ intill $\frac{3}{4}$ av radien vid roten,
- b^3 = » » » » $\frac{3}{4}$ av radien vid roten,

eller ock motsvarande rötangripen tvärsnittsytta. Om två eller flera olika skador, varav en är röta, förekomma hos samma individ, antecknas b -beteckningen två gånger, med rötindex fogat till det senare b :et. b -beteckning och rötbeteckning kombineras med varandra vid beräkning av viktindex (sid. 18).

Därtill indelades plantorna i typklasser enligt följande schema:

Typindelning av plantor

Huvudtyper

n = plantor, vilkas kronutveckling enligt subjektivt omdöme ter sig normal (= genomsnittlig) och proportionerlig,

v = plantor, som te sig vidkroniga, varvid

v — betecknar svagt vidkroniga,

v » » » »

$v+$ » starkt »

s = plantor, som te sig smalkroniga,

f = plantor, vilkas kronutveckling ter sig förkrympt eller ofullständig.



Fig. 7. Kalhygge 1923, 110 m ö. h., med nyföryngring. Stigsjö.
Clearcutting 1923, 110 m altitude, with new regeneration.

S.F.I:s saml., 1939.

Undertyper

g = individen grovgrenig. Kombineras med huvudtyp.

d = individen deformerad eller abnormt utformad på grund av yttre åverkan (såsom bete, stam- och grenbrott, snöböjning, påfällning, tramp etc. och efter sådan åverkan uppkomna krökar, månggrenigt och andra växtsätt, flertoppighet och andra dylika fel). Om individen hänförs till klassen *b* på grund av dylik deformation och den icke därutöver är deformerad eller abnormt utvecklade, sättes *d*-beteckningen inom parentes. Kombineras med huvudtyp.

t = individen deformerad eller abnormt utformad av annan anledning än direkt, yttre åverkan (t. ex. undertryckning). Kombineras med huvudtyp.

k = individen klykig eller flerstammig. Dylika individ räknas, då så lämpligen kan ske (= klykbildning under 20 cm från marken och självständig plant- eller stamkaraktär hos alla stammarna), var för sig som självständiga plantor, vilkas samhörighet markeras med en klammer. Ingen *k*-beteckning erfordras i detta fall.

Eljest användes beteckningen *k*. Enbart *k* anger klykighet ovan 20 cm från marken och innebär att plantan betraktas som en individ. Knippen av stubbskott eller rotskott betecknas även med *k*, varvid antalet huvud-



S.F.I:s saml., 1935.

Fig. 8. Beståndsföryngring av god typ. Kulbäckslidens försökspark.

Stand regeneration of a rather good type. Kulbäcksliden experimental forest.

sakliga skott räknas och bokföras. Alla mätningar (jfr nedan) ske på ett medelstort skott. Om flerstammighet uppstått genom yttre åverkan, t. ex. bete, som föranlett beteckningen *d*, sättes *k*-beteckningen inom parentes. För att använda beteckningen *k* har fordrats, att de olika stammarna visa fullt tydlig stamkaraktär och tendens att utveckla sig till självständiga plantor eller stammar. För mera buskformigt, månggrenigt växtsätt användes beteckningen *d*, för såvitt yttre åverkan kan anses vara orsaken, eljest *v*. — *k*-beteckningen kombineras med huvudtyp.

Alla skador eller deformationar, som föranletts av betning eller betestramp, ha särskilt anmärkts.

Varje planta har ytterligare genom växtlighetsindex hänförs till olika »växtlighetsgrader». Till typbeteckningarna *n*, *v*, *s* och *f* fogades upptill till höger en indexsiffra, varvid index:

- 1 = växtliga plantor med tillfredsställande toppskott och frisk färg,
- 2 = medelmåttigt växtliga plantor,
- 3 = oväxtliga eller tynande plantor med svagt toppskott och sjuklig färg.

Klassificeringarnas verkningsätt

Emedan höjden, kronradien (= medeltalet, inklusive årets skott, av 4 mot varandra vinkelräta kronradier, varav en är den största), grövsta kvistens diameter invid stammen och de tre sista toppskottens längd (undersöknings-sommarens toppskott oberäknat) uppmätts på samtliga plantor av barrträd och flertalet av björk, kan det på väsentliga punkter objektivt fastställas, hur de använda klassificeringarna verkat. Genom korrelationsräkning på objektivt uttagna delar av materialet har sålunda tallens, granens och björkens medelkronradie beräknats för olika planthöjder och huvudtyper. Därjämte har grovleken av kronans grövsta kvist beräknats för *g*-betecknade tall- och granplantor av olika höjd.

Tallens medelkronradie. Ur bearbetningen framgick en funktion av följande form:

$$y = 1 + x(a + cI) + x^2(b + dI) \dots \dots \dots (1)$$

varest:

y = medelkronradien i cm,

x = planthöjd i meter,

I = index för planttyp¹. Vid funktionens användning skall index ges följande värden, nämligen för huvudtyp:

$$s = -0,404$$

$$n = -0,195$$

$$v- = +0,290$$

$$v = +0,481$$

$$v+ = +0,987.$$

Konstanterna a , b , c och d ha följande värden:

$$a = +30,008 \pm 0,488 (= 1,63 \%)^2$$

$$b = -2,468 \pm 0,139 (= 5,64 \%)$$

$$c = +20,032 \pm 1,691 (= 8,44 \%)$$

$$d = -2,174 \pm 0,450 (= 20,71 \%)$$

Konstanten 1 representerar en groddplantas ungefärliga kronradie.

Spridningen s_y hos medelkronradien kring materialets totala medelvärde har genom korrelationen nedbragts till värdet S_y , utgörande 19 % av s_y .

Funktionen finnes uträknad för vissa planthöjder i tab. 4.

¹ Beträffande här använd indexkorrelation hänvisas till sid. 30.

² Inom parentes anges konstantens procentuella medelfel.

Granens medelkronradie. För gran erhöles en funktion av samma form som (1), varvid dock typindex I bör ges följande värden, nämligen för huvudtyp:

$$\begin{aligned} s &= -0,592 \\ n \text{ och } f &= -0,342 \\ v- &= +0,076 \\ v &= +0,234 \\ v+ &= +0,560. \end{aligned}$$

Konstanterna ha för gran nedanstående värden:

$$\begin{aligned} a &= +39,292 \pm 0,336 (= 0,86 \%) \\ b &= -4,199 \pm 0,098 (= 2,33 \%) \\ c &= +25,969 \pm 1,206 (= 4,64 \%) \\ d &= -3,407 \pm 0,377 (= 11,07 \%). \end{aligned}$$

Efter korrelationen utgör spridningen S_y 24 % av s_y . Funktionen finnes uträknad för vissa planthöjder i tab. 5.

Björkens medelkronradie. Även för björk erhöles en funktion av formen (1) med typindex I för:

$$\begin{aligned} s &= -0,369 \\ n \text{ och } f &= -0,178 \\ v- &= +0,330 \\ v &= +0,684 \\ v+ &= 1,008. \end{aligned}$$

Konstanterna ha för björk följande värden:

$$\begin{aligned} a &= +23,996 \pm 0,357 (= 1,49 \%) \\ b &= -1,498 \pm 0,087 (= 5,82 \%) \\ c &= +17,438 \pm 0,879 (= 5,04 \%) \\ d &= -0,829 \pm 0,166 (= 20,03 \%) \end{aligned}$$

Efter korrelationen utgör spridningen S_y 26 % av s_y . Funktionen finnes uträknad för vissa planthöjder i tab. 6.

Diametern hos kronans grövsta kvist hos de plantor, som vid fältarbetet erhållit beteckningen g , har närmare undersökts endast i fråga om tall och gran, emedan g -beteckning av björk endast sällan förekommit.

Grövsta kvist hos tall. För tall erhöles funktionsformen:

$$y = a + bx \dots \dots \dots (2)$$

varest

y = diametern i millimeter av grövsta kvist, mätt invid stammen,

x = plantans höjd i meter.

Konstanterna ha följande värden:

$$a = +9,258 \pm 0,641 (= 6,93 \%)$$

$$b = +3,386 \pm 0,200 (= 5,89 \%)$$

S_y utgör 51 % av s_y .

Grövsta kvist hos gran. Granen visade sig fordra funktionsformen:

$$y = a + bx + cx^2 \dots \dots \dots (3)$$

där y och x ha samma betydelse som ovan i (2). Konstantvärdena äro:

$$a = +10,128 \pm 0,755 (= 7,46 \%)$$

$$b = + 3,103 \pm 0,423 (= 13,61 \%)$$

$$c = -0,107 \pm 0,041 (= 38,48 \%)$$

S_y utgör 54 % av s_y .

Funktionerna (2) och (3) ha uträknats för vissa planthöjder i tab. 7.

Viktindex

De olika klass- och typindelningarna av plantorna ha framför allt syftat till att möjliggöra ett förutsättningslöst slutomdöme om plantornas beskaffenhet. Av praktiska skäl är det önskvärdt att uttrycka det samlade omdömet i en enda siffra, vilken här ges beteckningen viktindex. Då en dylik indexsiffra icke lämpligen bör åsättas plantorna direkt vid fältarbetet på grund av risken för subjektiva inflytelser, har efter undersökningens slut en serie indexsiffror utarbetats på rummet med ledning av klass- och typbeteckningarna. Därvid har skalan avpassats så, att fullt felfria plantor erhålla index 1,0, medan de sämsta och starkast skadade lägst få index 0,1. Genom viktindex graderas plantorna således i en 10-gradig skala, i vilken alla omdömen om plantorna sammanfattas. Huru viktindex avpassats i förhållande till plantklass, planttyp med undertyper samt växtlighetsindex framgår av tab. 8. Skalan har erhållits på så sätt, att de olika plantegenskaperna tillordnats vissa, som skäligen ansedda, multiplikationsfaktorer. För plantor, som samtidigt besitta två eller flera egenskaper, har typindex erhållits genom hopmultiplisering av de enskilda multiplikationsfaktorerna och avrundning till närmaste tiondel. Genom att i erforderliga fall typbeteckningarna vid fältarbetet sattes inom parentes kunde det undvikas, att samma egenskap ingick i indexberäkningen mer än en gång.

Tabellen visar t. ex., att en felfri (klass a), vidkronig och växtlig (typ v^1) planta »värderats» till 80 % av en felfri, växtlig, normal eller smalkronig planta. En starkt rötskadad (klass b^3), normalt utbildad men medelmåttigt växtlig (typ n^2) planta »värderas» till 20 %. Vore denna planta dessutom



S.F.I:s saml., 1935.

Fig. 9. Föga lovande beståndsföryngring. Kulbäckslidens försökspark.
Stand regeneration, not very promising. Kulbäcksliden experimental forest.

deformerad av bete (undertyp *d*), skulle den »värderas» till $0,2 \times 0,8 = 0,16$ eller avrundat 20 % av en frisk, normal, växtlig planta. Vore den allvarligt skadad av bete (klass *b·b³*, undertyp (*d*)), skulle den »värderas» till $0,2 \times 0,5 = 0,10$ eller 10 % av en frisk och oskadad, normal och växtlig planta. Nedsättning för beteckningen (*d*) förekommer icke nu, emedan deformationen redan redovisats genom skadebeteckningen *b*. — Det torde av det föregående framgå, att »värderingen» icke åsyftar en ekonomisk värdering med avseende på nutiden eller framtiden, utan endast utgör en på vissa iakttagna plantegenskaper grundad, relativ jämförelseskala.

Vid de i kap. VIII utförda korrelationerna har medelviktindex för de till en viss vegetationstyp hörande plantorna inom ett visst hygge beräknats genom vägning med planthöjden, således medelviktindex $I = \Sigma (h \cdot I_p) / \Sigma h$, där *h* = planthöjden och *I_p* = de enskilda plantornas viktindex.

Övriga observationer

Bland övriga observationer och mätningar nämnas följande: Höjd över havet, breddgrad, allmän lutningsriktning och lutningsgrad, förekomst av skogseldar, markbeskrivning, omfattande fuktighetsgrad (varvid hänsyn togs



S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 10. Smådimensioner av gran som fröträd. Hygge 1929, 420 m ö. h., Dorotea.
Small-dimension spruces as seed trees. Cutting 1929, 420 m altitude.

till mineraljordens fysikaliska beskaffenhet, växterna och direkt iakttagbar vattenförekomst), humustäckets tjocklek, skiktindelning och strukturella egenskaper, förmultningsindex, markprofiltyp, geologiskt underlag. Därjämte ha observationer gjorts över markbetäckningen, dess skiktindelning, beskaffenhet och sammansättning av olika växtarter.

III. Orientering över undersökningsmetoden, variablerna och bearbetningen

Om undersökningsmetodens begränsning

Genom materialet få vi kännedom om föryngringens mängd och beskaffenhet inom ett stort antal hyggestrakter på olika slags mark, i olika höjdlägen och av olika ålder och skoglig typ. Vår främsta uppgift är att med hjälp av dessa data skapa möjlighet att fastställa föryngringsresultatets medelvärde för hyggestrakter, som kännetecknas av någon godtycklig, men tänkbar, kombination av observerade egenskaper. Detta arbete innebär ett utjämnings- och interpolationsförfarande, vid vilket de korrelationsanalytiska metoderna äro av största värde.

Låt oss nu formulera följande fråga: Vilket var det mest sannolika föryngringsresultatet på ett så och så beskaffat hygge inom undersökningsområdet? Genom på lämpligt sätt utförd interpolation i materialet kan ett otvetydigt svar erhållas på denna fråga. Svaret kan visserligen framstå som mer eller mindre otillräckligt och osäkert, beroende på brister i representationen, på vår oförmåga att väl karakterisera ett hygge och på hur högt vi ställa våra anspråk, men det behöver i övrigt ej förses med inskränkande reservationer.

Förhållandena bliva annorlunda, om vi ställa en fråga av denna form: Vilket är det mest sannolika föryngringsresultat, som framdeles vid en viss tidpunkt kan påräknas på ett nu upptaget, så och så beskaffat hygge? Vad som här ändrats faller lätt i ögonen. Det gäller nu icke att konstatera, vilket föryngringsresultat som faktiskt erhållits under vissa förhållanden, utan att förutsäga vilket resultat, som sannolikt skulle komma att erhållas under samma förhållanden. Ett antal för föryngringsresultatet betydelsefulla variabler, såsom t. ex. klimatet, frösättningen och dess perioder, fröträdens beskaffenhet, skogsvårdens intensitet i allmänhet m. m., ha emellertid antingen icke kunnat utrönas med erforderlig noggrannhet eller ha av andra skäl ej observerats. Beträffande dylika faktorer räknar man vid den statistiska undersökningen i allmänhet med att de ligga vid sina medelvärden för undersökningsperioden. Vid förutberäkning av föryngringsresultatet framåt i tiden måste man antaga, att dessa faktorer kvarbliva vid samma okända medelvärden. I många fall kan ett dylikt antagande med goda skäl göras. Men å andra sidan är det bekant, att vissa faktorer äro underkastade både hastigt och långsamt förloppande variationer, som icke medgiva allför bestämda omdömen om deras medelvärden för en viss kommande period. Särskilt osäkra måste naturligtvis omdömena bli för avlägsna perioder. Dessa svårigheter kunna på grund av den statistiska undersökningsmetoden icke alldeles undgås. Emellertid behöva frågeställningar av nu avhandlad art fördenskull icke helt avvisas. Genom att begränsa prognostiden torde det vara möjligt att ur den statistiska undersökningens resultat vinna tillfredsställande ledning för bedömning även av föryngringens framtida utvecklingstendenser åtminstone för den närmaste tiden.

Vi övergå nu till att i korthet behandla frågor, som sammanhånga med valet av variabler vid föryngringsundersökningen.

Om föryngringsundersökningens variabelval

Det vore naturligtvis en stor fördel, om man vid karakteriseringen av en lokal ur föryngringssynpunkt kunde uppmäta just de egenskaper hos lokalen, som stå i ett direkt och oförmedlat samband med föryngringsresultatet. Emellertid äro möjligheterna härtill av flera skäl ytterst begränsade. Vi veta visserligen, att föryngringsresultatet väsentligen beror på de förhållanden, som råda beträffande:



S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 11. En vanlig form av hygge, 380 m ö. h., Ansjö.

A common type of cutting.

Besåningens riklighet.

Groningen och plantans utvecklingsmöjligheter under de första åren.

Tillväxtmöjligheterna i fortsättningen.

I samtliga tre fallen ha vi emellertid att göra med processer, vilkas förlopp betingas av ett invecklat samspel mellan en mångfald av enskilda, mer eller mindre primära faktorer. I flera fall äro vi endast bristfälligt underrättade om vilka dessa faktorer äro, och i nästan samtliga fall erbjuder det så gott som oöverstigliga svårigheter att i stor skala och under fältmässiga förhållanden uppmäta dem vi verkligen känna. Variabelvalet begränsas därjämte av undersökningsmetoden själv, som ej tillåter uppskattning av medelvärdet hos sådana variabler, som gradvis förändras med tiden.

Till följd av dessa omständigheter har ett urval av vissa lätt och säkert uppskattbara, oberoende variabler synts erbjuda den enda nu framkomliga vägen. Dessa variabler kunna emellertid endast delvis beräknas stå i oförmedlat orsakssammanhang med föryngringsresultatet och kunna därför också endast ofullständigt återspegla föryngringsbetingelserna på enstaka lokaler. Härav följer, att undersökningens målsättning måste inriktas på



S.F.I:s saml., 1943.

Fig. 12. Camouflerat hygge 1932, 430 m ö. h., Fredrika.
Camouflaged clearcutting 1932, 430 m altitude.

beskrivning av föryngringsförhållandenas karaktärsdrag i stort. Vid variabelvalet har den genom många forskares och skogsmäns samfälliga verksamhet förvärvat allmänna kännedomen om granskogens föryngringsförhållanden och den genom materialinsamlingen uppnådda detaljkunskapen tjänat till ledning jämte de föreställningar om orsakssamband och samspel, som därur kunnat härledas. Endast de oberoende variabler, som enligt korrelationsräkningarna visat sig vara av väsentlig betydelse för föryngringsresultatet, ha vid denna bearbetning bibehållits i funktionerna. De omfatta alla eller för vissa trädslag en del av följande karaktärer: Höjden över havet, hyggesåldern, antalet fröträd i provytans omgivning samt vegetationstypen.

I fråga om den beroende variabeln — föryngringsresultatet — möta även svårigheter, vilka liksom beträffande de oberoende variablerna mera ha avseende på uppskattningens praktiska genomförbarhet än på problemets principiella sida. Det torde nämligen av de flesta ansvariga personer oförbehållsamt medges, att i ett ekonomiskt skogsbruk resultatet av den naturliga föryngringen rättvist mätes av markvärdet vid föryngringstidens början under förutsättning av bästa möjliga skogsskötsel. Markvärdet kan dock för närvarande icke användas som mätare på enskilda föryngringsresultat. Känne-

domen om olika återväxters framtida värdeproduktion är ännu alltför otillräcklig och onyanserad. Av praktiska skäl måste dessutom produktionsutredningarna börja med ett rätt framskridet utgångsläge, vilket medför särskilda svårigheter vid värdering av yngre återväxter.

Vid denna undersökning har därför föryngringsresultatet beskrivits genom angivande av några väsentliga huvuddrag hos återväxterna, betraktade såsom populationer av en mängd till storlek och egenskaper olikartade individ. Därjämte ha försök gjorts att sammanfatta de olika karaktärerna till en enda jämförelsesiffra, som avser att ge en förenklad, översiktlig bild av föryngrings-tillståndets allmänna läge.

Innan vi närmare avhandla undersökningens detaljer, skall i största korthet bearbetningens praktiska genomförande beröras.

Om bearbetningens praktiska genomförande

För den använda korrelationsanalysens innebörd hänvisas till arbeten av professor HENRIK PETTERSON (1932, 1934, 1937) samt professor MANFRED NÄSLUND (1935, 1940, 1942, 1947). Det tekniska förfarandet vid konstant- och felberäkningar finnes behandlat i ett stort antal läroböcker, av vilka följande varit av särskild betydelse för denna undersökning, nämligen WHITTAKER and ROBINSON (1926), HELMERT (1924), FISHER (1928) samt BONNIER och TEDIN (1940).

Avsikten var ursprungligen att varje enskild provyta skulle ingå som ett element i räkningarna, vilka skulle ske med hjälp av hålkortsmaskiner. Vid den tidpunkt, då bearbetningen borde ske, kunde förf. emellertid icke disponera över de erforderliga maskinerna, varför samtliga beräkningar utfördes med vanliga räknemaskiner. Alla viktigare räkningar utfördes två gånger, varje gång av olika personer. Vidare vidtogos åtgärder, avsedda dels att minska arbetsåtgången, dels att underlätta översikten av materialet. Den senare synpunkten var till följd av omständigheterna av synnerlig vikt, emedan den systematiska genomprovning av materialet, som hålkortsmaskinerna kunde ha möjliggjort, väsentligt måste inskränkas och i stor utsträckning ersättas av ett detaljerat studium av grafiskt framställda partialsamband. Bland annat beräknades medelvärden av alla viktigare primäruppgifter. Dessa medelvärden avsågo gruppen av provytor, tillhörande en bestämd vegetationstyp och en bestämd hyggstrakt. Antalet element nedbragtes därigenom väsentligt. Uppgifterna överfördes därefter till särskilda kort, varigenom gruppindelningar och sorteringar relativt bekvämt kunde utföras för hand.

Arbetet fortsattes sedan efter i huvudsak följande linjer. Först grovsorteras materialet efter höjd över havet i grupperna 100—199, 200—299 o.s.v. m ö. h. Varje dylik grupp uppdelades därefter i undergrupper efter hygges-



S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 13. Gammalt hygge av vanlig typ. Gultjäl, 300 m ö. h.
Old clearcutting of a common type.

ålder, nämligen grupperna 1—4, 5—9, 10—14 o.s.v. år. Inom de så erhållna undergrupperna företogs ytterligare gruppindelningar t. ex. efter antal fröträd på fröträdsyta eller storprovyta, avstånd från skogskanter, breddgrad, lutningsriktning m. m. I detta till storleken begränsade material kunde gruppindelningarna vanligen ej omfatta mer än tre variabler samtidigt. Återstående variabler kunde emellertid inom stora delar av materialet undersökas på så sätt, att en av dem utvaldes för undersökning, medan extremvärdena för de övriga bortsorterades.

Efter beräkning av medelvärden i undergrupperna framställdes nu grova bilder av de olika partialsambanden. Dessa bilder gävo den erforderliga



S.F.I:s saml., 1936.

Fig. 14. Gammalt, dåligt förnygrat hygge, Risleden.
Old clearcutting with bad regeneration.

ledningen för bedömandet av partialsambandens form och arten av den funktion, som kunde förväntas återge densamma på ett tillfredsställande sätt.

Dessa undersökningar ledde till insikten, att de flesta partialsamband bäst syntes kunna representeras av krökta kurvor, stundom med dubbla krökar och inflexionspunkter, stundom med kulminationspunkt eller asymptot. I allmänhet äro sambandsfunktionerna därför tämligen invecklade. Som man kunde vänta framgick det dessutom, att variablerna ofta voro starkt »kopp-lade», d. v. s. förloppet av ett visst partialsamband berodde på vilka bestämda värden en eller flera andra variabler hade. Dessa »samspel» mellan olika variabler äro ofta av stor betydelse och bidraga för övrigt starkt till den korrelationsanalytiska bearbetningens svårigheter.

De oberoende variablerna kunna införas i korrelationsräkningen på olika sätt. I många fall har man uppnått goda resultat genom att använda polynom i de olika variablerna, vanligen av andra eller tredje graden. Utjämningsfunktionen får då formen: $y = a + bx_1 + cx_2 + \dots + dx_1^2 + ex_2^2 + \dots + fx_1x_2 \dots$ I vårt fall leder emellertid polynomformen till svårigheter, emedan antalet termer måste bli mycket stort för att möjliggöra anpassning till vissa

av partialsambanden, varjämte vi nödgas avstå från den viktiga förhandskännedom om asymptoternas läge. Funktionen kan uppnå betydligt större smidighet, om man helt eller delvis ersätter primärvariablerna med algebraiska eller transcendent funktioner av desamma. Sålunda kan t. ex. x_1 ersättas eller kompletteras med $1/x_1$, $x_1^{1/2}$, $\ln x_1$, e^{-x_1} o. s. v. (jfr NÄSLUND 1942 m. fl.). Med hjälp av dylika variabelformer torde i de flesta fall de erforderliga krökningarna kunna återges och asymptotlägena uppnås. Samspelet mellan olika variabler erbjuda dock ännu betydande praktiska svårigheter. Genom införande av kombinationstermer bestående av flera sammankopplade variabler av typen $x_1 x_2$, $e^{(a+bx_1)x_2}$ o. s. v. kan man emellertid få funktionen att återge även samspelet.

Genom den preliminära inspektionen av materialet ha vi kommit fram till ett uttryck för varje sambandsfunktion. Detta uttryck innehåller utom de oberoende variablerna ett antal koefficienter. För att bestämma dessa koefficienter användes minsta-kvadrat-metoden, som innebär, att koefficienterna ges sådana värden, att spridningen S_y kring funktionen blir så liten som möjligt. — När man uttrycker de villkor, som koefficienterna måste uppfylla för att S_y skall minimeras, erhålles ett ekvationssystem, de s. k. normalekvationerna. Om alla koefficienter ingå linjärt, bli också normalekvationerna linjära och kunna lösas explicit.

Undersökningarna av partialsambanden ha emellertid visat, att koefficienterna ofta ingå på ett icke linjärt sätt i sambandsfunktionerna. I sådana fall kan man lösa normalekvationerna genom successiva approximationer såsom illustreras av följande exempel. Låt oss anta att undersökningen av ett visst partialsamband givit skäl för uppfattningen, att dess form kan återges av funktionen $y = a + be^{-cx}$. Av materialet kan man se vilka värden på c som äro rimliga (mera härom nedan). Antag att vi valt ut försöksvärdet c' . Om $e^{-c'x} = z$ fås funktionen $y = a + bz$, i vilken a och b ingå linjärt. Man kan då lätt bestämma vilka värden a och b skola ha för att restspridningen, S_y , kring funktionerna $a + be^{-c'x}$ skall minimeras. Om man systematiskt prövar flera provisoriska värden på c i närheten av c' , kan man av storleken på S_y avläsa, huruvida det finns bättre närmevärden än c' och i vilken riktning de skola sökas. Vid sökandet efter nya närmevärden kan man även använda följande förfarande (jfr WHITTAKER och ROBINSON, 1926, sid. 214).

Beteckna allmänt sambandsfunktionen med $f(a, b, c)$. Om α , β och γ äro små förbättringar av närmevärdena a' , b' , c' , ha vi $f(a', b', c') = f[(a' + \alpha), (b' + \beta), (c' + \gamma)]$ och enligt TAYLORS sats approximativt:

$$\begin{aligned} f[(a' + \alpha), (b' + \beta), (c' + \gamma)] &= f(a', b', c') + \frac{\delta f(a', b', c')}{\delta a'} \cdot \alpha + \\ &+ \frac{\delta f(a', b', c')}{\delta b'} \cdot \beta + \frac{\delta f(a', b', c')}{\delta c'} \cdot \gamma. \end{aligned}$$



Fig. 15. Vidkronig tallföryngring, Vännäs.
Broad-crowned pine regeneration.

S.F.I:s saml., 1941.

Här äro samtliga storheter bekanta utom α , β , γ , vilka emellertid framställts i linjär och således för korrelation tillgänglig form. För det valda exemplet ha vi:

$$f(a', b', c') = a' + b'e^{-c'x}; \quad \frac{\delta f(a', b', c')}{\delta a'} = 1;$$

$$\frac{\delta f(a', b', c')}{\delta b'} = e^{-c'x}; \quad \frac{\delta f(a', b', c')}{\delta c'} = -b'xe^{-c'x}. \quad \text{Normalekvationernas lösning}$$

ger följaktligen numeriska värden på α , β och γ , vilkas säkerhet kan bedömas genom jämförelse med deras resp. medelfel. Den nu skisserade beräkningen kan i vissa fall vara tämligen omständlig och den tillgripes då icke, om man på annat sätt kan bilda sig en uppfattning om närmevärdernas användbarhet.

När det gäller att bestämma ett första närmevärde på en koefficient (c' i föregående exempel), kan man förfara på flera sätt. Man kan bl. a. tillgripa transformationer av den beroende variabeln. Om sambandsfunktionen t. ex. har formen $y = xe^{-cx}$, får man följande uttryck för den naturliga logaritmen av y : $\ln y = \ln x - cx$. I detta uttryck ingår c linjärt. Man kan därför bestämma det värde $c = c'$, som minimerar spridningen av de observerade värdena på $\ln y$ kring funktionen $\ln x - cx$. Detta värde kommer emellertid i

allmänhet ej att minimera spridningen S_y hos den ursprungliga variabeln y kring funktionen xe^{-cx} . Därför kan c' betraktas blott som ett närmevärde för det c , som minimerar S_y .

Följande exempel belyser ett förfaringsätt, som använts för att framställa sambandsekvationer i de fall, då det råder samspel mellan de oberoende variabelna. Betrakta funktionen $y = ax \cdot e^{-bx}$ med de två oberoende variabelna x och z . Vi söka först ett närmevärde på b . Genom logaritmering erhålles $\ln y - \ln x = \ln a - bz$. Härigenom vinnes för varje partialsamband genom numerisk utjämning närmevärden såväl på b som på a . Det kan nu inträffa, att b utfaller i stort sett lika för de skilda partialsambanden, medan a systematiskt ändras med x . Numerisk utjämning av $\ln a$ över x ger t. ex. funktionen $\ln a = c - dx$ eller $a = e^c \cdot e^{-dx}$. Hela funktionen får slutligen formen $y = e^c x e^{-bx-dx}$, vilken med de kända närmevärdena på b och d kan utnyttjas vid korrelationsräkningen.

Dessa exempel torde räcka som illustration till den använda metodiken. Funktionerna väljas subjektivt, men med stöd av faktiskt iakttagna bilder av approximativa partialsamband. Valet kan göras säkrare och speciellare i samma mån dessa äro klara. Då spridningarna äro stora eller materialet litet, framstå partialsambanden otydligare och funktionsvalet måste inskränkas till enklare former.

De med ledning av de preliminära undersökningarna valda sambandsfunktionerna ha som redan påpekats ofta varit ganska invecklade och ofta innehållit många koefficienter. Med hänsyn till arbetskostnad och tidsåtgång (bland annat med tanke på de många beroende variabler, som måste ingå i undersökningen med olika uppsättningar av oberoende variabler) har det därför icke varit möjligt att i varje fall genom successiva approximationer eller på andra sätt arbeta sig fram till en exakt lösning av normalekvationerna, utan i vissa fall har man fått nöja sig med närmevärden för en del av koefficienterna. På grund härav få en del sambandsfunktioner karaktären av approximationer. I vårt fall äro dessa emellertid i allmänhet goda. Detta beror till stor del därpå, att numeriska metoder så vitt möjligt använts vid närmevärdernas härledning. Vidare kan det visas, att funktionernas bildkurva vanligen röner endast obetydlig påverkan av smärre ändringar i närmevärdena.

Vid en del utjämningsuppgifter vet man *á priori*, att y skall anta ett visst värde för ett bestämt värde på x . Ej sällan förekomma sålunda uppgifter, vid vilka man t. ex. vet, att $y = 1$ för $x = 0$ eller $y = 0$ för $x = 0$, o. s. v. Då utjämningsfunktionen saknar konstant term, såsom exempelvis vid utjämning av funktionen $y = ax^2$, varvid funktionen således går genom origo, kan det understundom vara önskvärt, att y bringas att antaga sitt medelvärde för medelvärdet på den eller de oberoende variabelna. Detta inträffar eljest icke med säkerhet. Ej heller blir summan av punkternas avvikelser från re-

gressionen med sina tecken = 0. I fall av ovannämnd art kan man utöka normalekvationerna och till dem foga villkorsekvationer, varigenom y förmåås att anta ett visst värde för vissa värden på de oberoende variablerna. Därvid ger utjämningen den minsta summa avvikelsekvadrater, som kan förenas med de införda villkoren (jfr HELMERT, 1924, sid. 262 ff.). Denna metod har i det följande i några fall använts.

Beträffande sådana oberoende variabler som exempelvis vegetationstyp och andra liknande klassificeringar, för vilka numeriska värden saknas, har korrelationen i huvudsak utförts på det sätt, som angivits av professor M. NÄSLUND (1942), till vilken uppsats hänvisas för närmare informationer. Metoden utmynnar i bestämda indexvärden för varje typ eller klass. Vid beräkning av y för en viss typ skall det för typen bestämda indexvärdet insättas i funktionen. I förevarande fall ha indexvärdena ofta framställts som relativtal.

IV. Utredningar rörande plantantalet

I detta kapitel behandlas de för beskrivning av plantantalet härledda funktionerna och partialsambanden, varefter de olika variablernas betydelse för plantantalet diskuteras mot bakgrunden av funktionsresultaten.

De använda beteckningarna ha följande betydelse.

y = beroende variabel, här = antalet plantor på en cirkelprovyta med 1,4 m radie, areal 6,1575 m².

För omföring till plantantal per hektar multipliceras y med 1 624.

x, z = oberoende variabler.

H = höjden över havet i meter.

A = hyggesåldern i år.

F = antalet fröträd på en cirkelprovyta med 25 m radie, areal 0,1963 hektar. För omföring till fröträdsantal per hektar multipliceras F med 5,09.

I = index för vegetationstyp.

*

y_B = det med hjälp av någon viss funktion beräknade värdet på y .

s_y = den beroende variabelns spridning kring sitt totala medeltal.

S_y = » » » spridning kring den utjämnande regressionen.

*

- L = lavtyp.
 LF = lavtyp med friskmossor.
 F_f = örtfattig friskmosstyp.
 F_r = örtrik friskmosstyp.
 FS_f = örtfattig friskmosstyp med sumpmossinslag.
 FS_r = örtrik friskmosstyp med sumpmossinslag.
 S_f = örtfattig sumpmosstyp.
 S_r = örtrik sumpmosstyp.

Nyföryngring av barrträdsplantor

För antalet efter föryngringshuggningen uppkomna plantor av tall och gran, vilka båda trädslag vid denna bearbetning sammanslagits, erhöles följande funktion.

$$y = 10,7133 x_1 + 10,9054 x_2 + 0,5219 x_3 \dots \dots \dots (4)$$

De oberoende variablerna ha nedan angiven betydelse.

$$x_1 = \log\left(1 + 0,6 \frac{A}{10}\right) e^{-0,14 \left(\frac{H}{100}\right)^2}$$

$$x_2 = x_1 z_1$$

$$z_1 = F e^{-0,067 F - 0,55 \frac{H}{100}}$$

$$x_3 = I y_B$$

$$y_B = 10,0029 x_1 + 11,0235 x_2$$

I = typindex, som skall ingå med följande värden, nämligen för:
 (L och LF = $-0,7988$, endast ett fåtal ytor).

$$F_f \text{ och } F_r = -0,0259.$$

$$FS_f, FS_r, S_f \text{ och } S_r = +0,7506.$$

Funktionen transformeras med ledning av dessa uppgifter till den bekvämare formen:

$$y = x_1[10,7133 + 5,2205 \cdot I + z_1(10,9054 + 5,7532 \cdot I)] \dots \dots \dots (5)$$

Funktionen x_1 finnes tabulerad för olika värden på A och H i tab. 9, och funktionen z_1 återfinnes uträknad för olika värden på H och F i tab. 10.

I den vid korrelationen använda funktionen (4) ha konstanterna följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
10,7133	1,1747	10,96
10,9054	1,1744	10,77
0,5219	0,1496	28,66

Den ursprungliga spridningen i y utgjorde $s_y = 8,346$ plantor per yta. Den har genom korrelationen nedbragts till $S_y = 5,841$ eller till 69,99 % av s_y . Vid denna beräkning har hänsyn tagits till alla genom konstanter och indexvärden »förbrukade» frihetsgrader. Den multipla korrelationskoefficienten har värdet 0,72, vilket indikerar ett ganska starkt samband mellan y och de oberoende variablerna.

I tab. 14 har antalet nyföryngringsplantor per ha på frisk mark beräknats för vissa värden på höjden över havet, hyggesåldern och antalet fröträd per fröträdsyta.

Diskussionen av funktionens tillförlitlighet torde lämpligen kunna föras på följande sätt. Vi böra därvid erinra oss, att materialets element utgöras av medeltalen för ett växlande antal provytor inom de särskilda vegetations typerna på de skilda hyggena. Vi kunna följaktligen beräkna provytornas spridning kring varje enskild vegetationstyps medeltal på varje särskilt hygge. Denna spridning beteckna vi med s_i , som utgör en uppskattning av det motsvarande teoretiska värdet σ_i . Beräkningen av s_i genomföres inom de olika grupper av vegetationstyper, för vilka det med hjälp av (4) beräknade y_B -värdet faller mellan gränserna 0—0,99, 1,00—1,99, 2,00—2,99, 3,00—3,99, 4,00—5,99 samt 6,00 och däröver. För varje sådan y_B -grupp erhålles sålunda ett medelvärde på s_i .

Motsvarande beräkning utföres även för vegetationstypsmedeltalens (elementens), spridning kring regressionen. Vi beteckna den härur erhållna uppskattningen av den enskilda ytans spridning kring regressionen med s_m . Medelvärdet av s_m^2 för hela materialet är S_y^2 , som förut är känt.

Vi äro nu intresserade av att utröna den teoretiska spridning, σ_m , som förorsakas enbart av typmedeltalens avvikelser från regressionen, vilken vi för tillfället kunna betrakta som säkert fastlagd. Eftersom antalet ytor inom varje vegetationstyp i regel är olika, beräknas först ett medelantal ytor för varje y_B -grupp. Om h betecknar antalet vegetationstyper och k antalet ytor i de olika vegetationstyperna, erhålles medelantalet ytor för en viss y_B -grupp ur formeln $k_0 = \frac{1}{h-1} \left(\sum k - \frac{\sum k^2}{k} \right)$. Vi få därefter som uppskattning av σ_m^2 uttrycket $(s_m^2 - s_i^2)/k_0$ (jfr SNEDECOR, 1946, sid. 232 ff.). Beräkningarnas slutresultat sammanfattas i tab. 11.

Tabellen visar, att ytornas spridning (s_m) kring regressionen är olika inom olika delar av denna och att den i absolut mått stiger med stigande beräknat medelantal plantor per yta. Även spridningen (s_i) inom vegetationstyperna stiger med ökat plantantal. Det uppskattade värdet av vegetationstypsmedeltalens teoretiska spridning (σ_m) kring regressionen ökar också den, ehuru tillfälligtvis ett lågt värde erhållits i den plantrikaste y_B -gruppen. Av tabellens nedersta rad framgår, att kvoten σ_m/m däremot sjunker med stigande plant-

rikedom, d. v. s. spridningen uttryckt i procent av plantantalet är mindre mellan planrika än mellan plantfattiga hyggesområden.

Låt oss nu tänka, att vi stå framför en viss vegetationstyp på ett bestämt hygge. Med kännedom om erforderliga data kunna vi ur funktionen (4) beräkna ett värde, y_B , på antalet nytillkomna barrträdsplanter per provyta. Vi önska jämföra detta värde med det faktiskt befintliga plantantalet. Uppskattas detta genom uppräknig av plantorna på en enda slumpvis utlagd provyta, finna vi ett värde y , varvid variansen för $(y - y_B)$ utgör $\sigma_1^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2$. Genom att utlägga n provytor kan ett säkrare medelvärde, y_n , beräknas, med variansen $\sigma_n^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2/n$. Om n göres tillräckligt stort, kan högra ledets andra term försummas, och vi erhålla som gränsvärde $\sigma_n^2 = \sigma_m^2$. Detta innebär att det observerade medelplantantalet för en vegetationstyp inom ett enda tillräckligt stort hygge kan skrivas $y_n = y_B \pm \sigma_m$.

Tabell 11 visar nu (nedersta raden), att σ_m uttryckt i procent av $y_B = m$ stiger till avsevärda belopp, varierande mellan de ungefärliga gränserna 18 och 114 %. Detta resultat inbjuder icke till försök att med hjälp av funktion (4) ange det sannolika nyföryngringsresultatet på en isolerad lokal. För att komma ned till ett medelfel om 10 procent av plantantalet måste vi i materialets centrala delar ta ett medeltal av 20 à 30 olika, över undersökningsområdet spridda, lokaler i betraktande. På plantfattiga hyggen stiger fordran på antalet lokaler till över 100. Det bör emellertid observeras att 10 procent medelfel i detta fall är en mycket hög fordran. Ett plantantal av t. ex. 0,5 planter per yta motsvarar 812 planter per ha. Ur skoglig synpunkt torde det vara av föga betydelse att fastställa ett så lågt antal på 81 planter när. Det är mer eller mindre en smaksak, hur mycket vi vilja sänka noggrannhetsfordringarna på dåligt föryngrade hyggen. I allmänhet torde man dock kunna anse, att funktionen ger praktiskt tillfredsställande noggrannhet för grupper om 20 à 40 olika lokaler, karakteriserade av samma uppsättning oberoende variabler.

Innan vi lämna spridningsundersökningarna torde det vara av intresse att delvis ur en annan synpunkt betrakta de båda värdena σ_m och σ_i . Vi ha funnit att variansen för en provyta utlagd på en viss vegetationstyp utgör $\sigma^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2$. I funktion (4) förekomma endast sådana oberoende variabler som karakterisera hela vegetationstyper, däremot inga, som avse att beskriva enskilda provytor. Korrelationen lämnar således σ_i^2 oberört och hela dess effekt yttrar sig i kvoten σ_m^2/σ^2 . Om vi lämna ett särskilt lågt värde i y_B -gruppen 6,00 — utan avseende, variera uppskattningarna av kvoten σ_m^2/σ^2 mellan 0,09 och 0,20, d. v. s. av den resterande variansen kommer i runt tal 10—20 % på typmedeltalen, medan variansen, inom vegetationstyperna svarar för 80—90 %. Det ligger följaktligen nära till hands att söka förbättra korrelationen genom att införa variabler, som karakterisera de enskilda provytorna. Utan tvivel skulle man härigenom kunna vinna ökad förståelse för

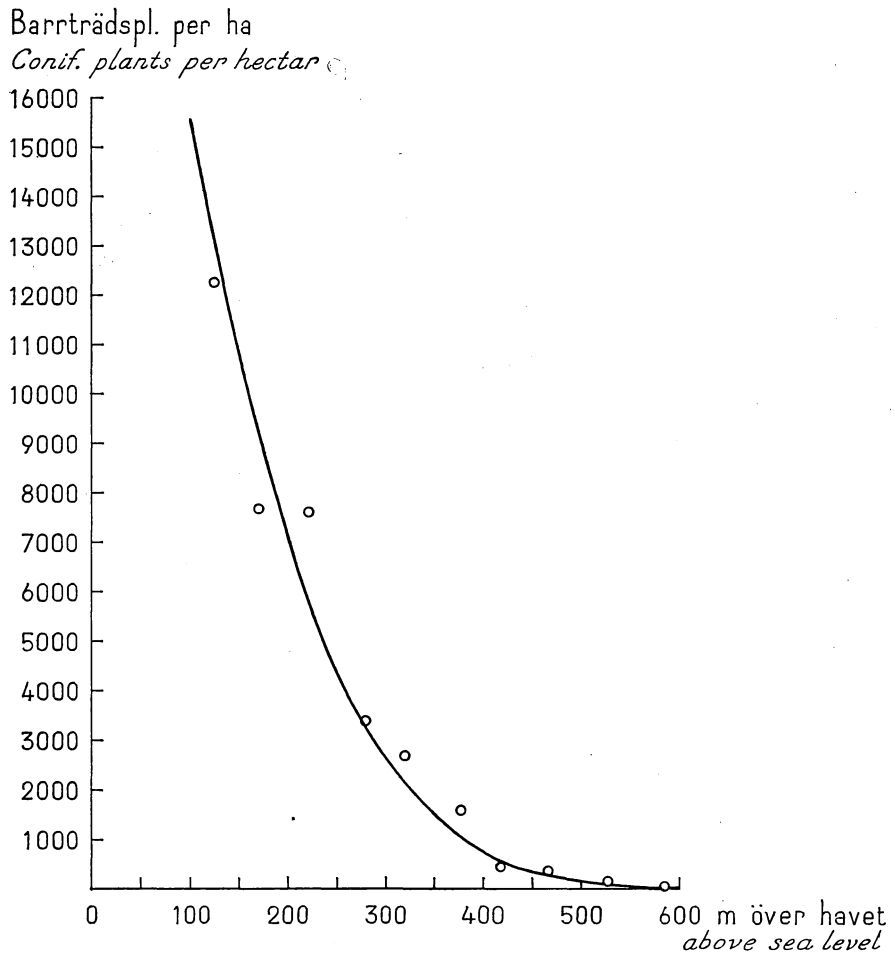


Fig. 16. Nyföryngring av barrträdsplantor. Partialsamband med höjden över havet för $\bar{A} = 15$ år, $F = 41$ st./ha samt frisk mark ($I = -0,0259$).

New regeneration of coniferous plants. Partial regression of number of plants on height above sea level for $\bar{A} = 15$ years, $F = 41$ per hectare and healthy ground ($I = -0.0259$).

föryngringsprocessens orsakssammanhang och riktigare kunna avväga den relativa betydelsen av dess olika sidor. Däremot synas flertalet av ifrågavarande variabler endast med svårighet kunna utnyttjas direkt för praktiska ändamål.

Vi fortsätta nu med en beskrivning av de olika partialsambanden. Dessa erhållas genom att i funktion (4) eller (5) insätta vissa bestämda värden på alla oberoende variabler utom den, som man närmare vill studera. Funktionen kommer således endast att innehålla y och denna aktuella, oberoende variabel samt i övrigt konstanter. Sambandet mellan de båda variablerna kan därför beräknas och uppritas. Då dessutom skillnaderna mellan observerade och be-

räknade y -värden uträknats, kan efter lämplig gruppering de observerade y -värdenas fördelning kring partialsambanden även åskådliggöras. Vid beräkningen av de i fig. 16—19 återgivna partialsambanden ha de olika oberoende variablerna givits ett avrundat värde i närheten av deras resp. medeltal, nämligen för höjden över havet 300 m, för hyggesåldern 15 år, för antalet fröträäd 41 st. per ha. För vegetationstypen har valts det för frisk mark gällande indexvärdet $-0,0259$.

Fig. 16 visar sambandet mellan antalet per ha efter avverkningen uppkomna barrträdsplantor och höjden över havet. Därvid har hyggesåldern det

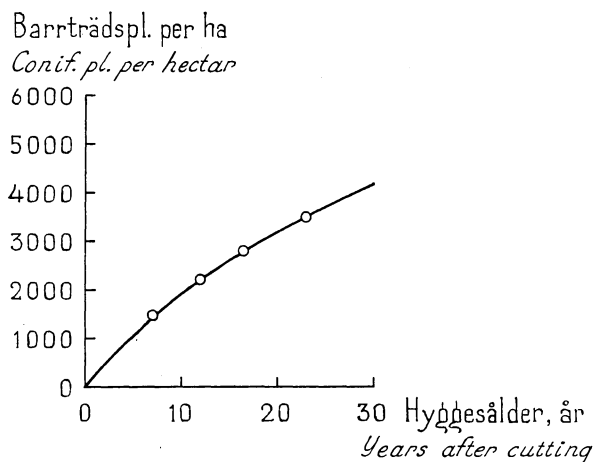


Fig. 17. Nyföryngning av barrträdsplantor. Partial samband med hyggesåldern för $H = 300$ m, $F = 41$ st./ha och frisk mark ($I = -0,0259$).

New regeneration of coniferous plants. Partial regression of number of plants on number of years after cutting for $H = 300$ m, $F = 41$ per hectare and healthy ground ($I = -0,0259$).

konstanta värdet 15 år och antalet barrfröträäd värdet 41 st. per ha och vidare förutsättes vegetationstypen vara en frisk ris- eller örttyp. Punkterna kring kurvan utvisa observationsmedeltalens faktiska läge.

Av bilden framgår vilket oerhört starkt inflytande höjden över havet utövar på barrskogsföryngningens möjligheter att slå till och hur snabbt förhållandena försämras med stigande höjdläge. Redan mellan 300 och 350 m ö. h. är föryngringsresultatet nere i det mycket blygsamma beloppet 2 000 nytillkomna plantor per ha. Höjdvariabeln redovisar utom ett rent klimatinflytande även många andra faktorer, som mer eller mindre stå i samband med detta, t. ex. markvegetationens utveckling, humusens struktur och beskaffenhet, fröträdens effektivitet m. m.

Fig. 17 visar sambandet mellan antalet nytillkomna barrträdsplantor och hyggesåldern under samma förutsättningar som ovan. Plantantalet ökar

med stigande hyggesålder, ehuru den årliga ökningen avtar med tiden. Detta förlopp har man anledning vänta sig bl. a. emedan gröningsbetingelserna på hygget till en början vanligen förbättras genom markomvandlingens processer och vegetationens försvagning, för att senare försämras, när markvegetationen åter ökar och konkurrensförhållandena skärpas.

Fig. 18 antyder sambandet mellan antalet barrträdsplantor och antalet barrfröträd per ha under förut angivna förhållanden. Sambandet är icke lika starkt som de föregående, sannolikt till stor del beroende på att ingen hänsyn tagits till fröträdens olika storlek och beskaffenhet. Orsaken härtill be-

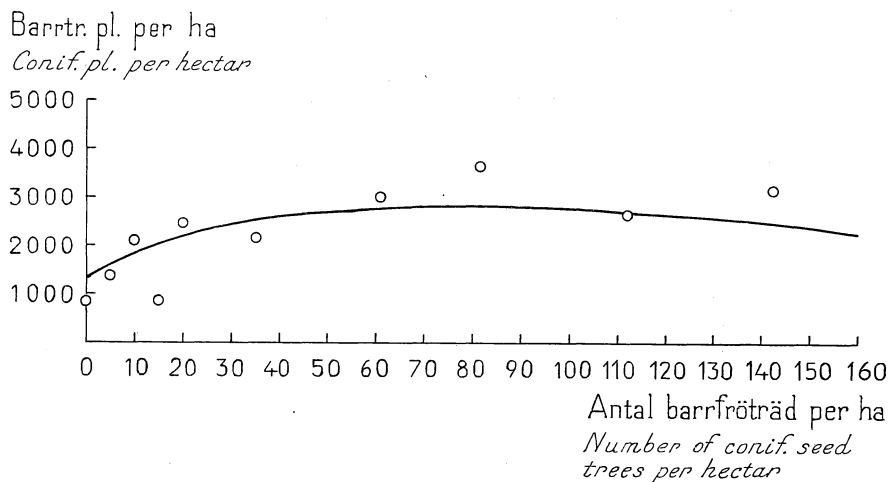


Fig. 18. Nyföryngring av barrträdsplantor. Partialsamband med fröträdsantalet för $H = 300$ m, $\bar{A} = 15$ år och frisk mark ($I = -0,0259$).

New regeneration of coniferous plants. Partial regression of number of plants on number of seed trees for $H = 300$ m, $\bar{A} = 15$ years and healthy ground ($I = -0.0259$).

röres nedan. Kurvan visar, att fröträden ha en gynnsam, ehuru icke synnerligen stark effekt på föryngringens riklighet, ända till dess deras antal uppgår till omkring 75 st. per ha, där maximipunkten nås. Bli fröträden fler, sjunker plantantalet igen. Kurvan går emellertid mycket flackt i trakten av kulminationspunkten. Dennas läge är därför ytterst osäkert bestämt, vartill också punkternas stora spridning starkt bidrar. Noll fröträd per ha betyder, att inga fröträd finnas inom 25 m från den undersökta provytan. Eftersom fröträd kunna finnas på längre avstånd, är det naturligt, att rätt mycket plantor uppkommit, även då fröträdsantalet betecknats med 0.

Med hänsyn till vad som var bekant om barrträdsfröets spridningsvidd ansågs vid undersökningens början mindre radie än 25 m ej böra ifrågakomma för fröträdsytan. Dennas stora areal medförde, att fröträdens uppklavning framstod såsom ett alltför betungande arbete. Genom senare undersökningar

har emellertid gjorts sannolikt, att åtskilligt kunde vinnas på uppklavning av fröträden, även om ytan därvid skulle inskränkas. Trots sina stora brister har den använda fröträdsvariabeln likväl varit tillräcklig för att påvisa betydelsen av rik fröbesåning på hyggena.

Fig. 19 visar för fullständighetens skull vegetationstypens inflytande på nyföryngringen. Punkten till vänster anger under de givna förutsättningarna plantantalet på friska marker, både sådana som äro örtfattiga och sådana, som kännetecknas av örtförekomst, t. ex. *Dryopteris*, *Geranium*, *Cornus* m. fl. (typerna 3 och 4 å sid. 9 = typerna F_j och F_r å sid. 31). Punkten till höger anger plantantalet på halvfuktiga och fuktiga marker, vare sig de äro örtfat-

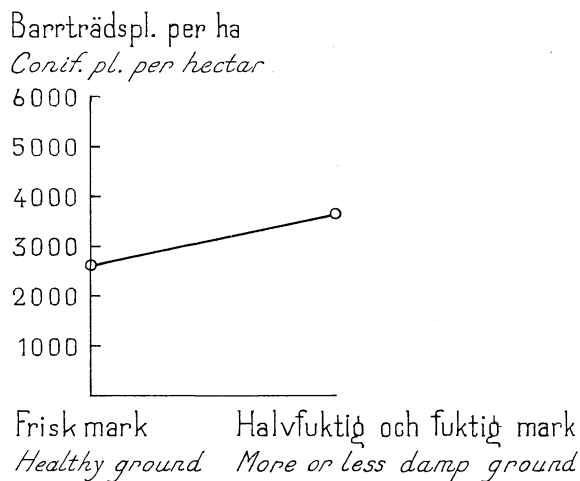


Fig. 19. Nyföryngring av barrträdsplanter. Partialsamband med vegetationstyp för $H = 300$ m, $\bar{A} = 15$ år, $F = 41$ st./ha.
New regeneration of coniferous plants. Partial regression of number of plants on site type for $H = 300$ m, $\bar{A} = 15$ years, $F = 41$ per hectar.

tiga eller örtrika (typerna 5—8 å sid. 10 = typerna FS_j , FS_r , S_j och S_r å sid. 31). I vegetationshänseende skilja sig de båda grupperna åt väsentligen med avseende på förekomsten av sumpmossor — företrädesvis *Sphagnum* — som finns i den senare men saknas i den förra. Den högra punkten ligger 40 procent över den vänstra. De fuktiga marktyperna äro således avsevärt mer lättföryngrade än de friska. Med hänsyn till fuktighetens stora betydelse för groningsprocessen och plantornas möjligheter att överleva det första årets påfrestningar synes skillnaden gå i väntad riktning.

De olika primärvariablerna H , \bar{A} , F och I i funktion (4) förekomma i kombination med varandra, vilket har till följd, att »samspel» uppstå mellan variablerna i fråga. Ett närmare studium av dessa samspel leder emellertid till slutsatser, som delvis förefalla självklara på grund av variablernas natur och

delvis äro föga upplysande på grund av de många okända interkorrelationerna mellan primärvariablerna. Sålunda exempelvis: För viss höjd över havet och viss vegetationstyp inverkar hyggesåldern mera på det slutliga plantresultatet ju fler fröträäd som finnas (intill förut nämnd gräns). Likaså har fröträdsantalet inverkat mera ju högre hyggesåldern är. Vid viss hyggesålder är å andra sidan den fördelaktiga inverkan av fröträden i påfallande grad mindre ju högre höjden över havet är och i samband därmed mildras den ofördelaktiga inverkan av stigande höjd över havet endast i ringa grad av

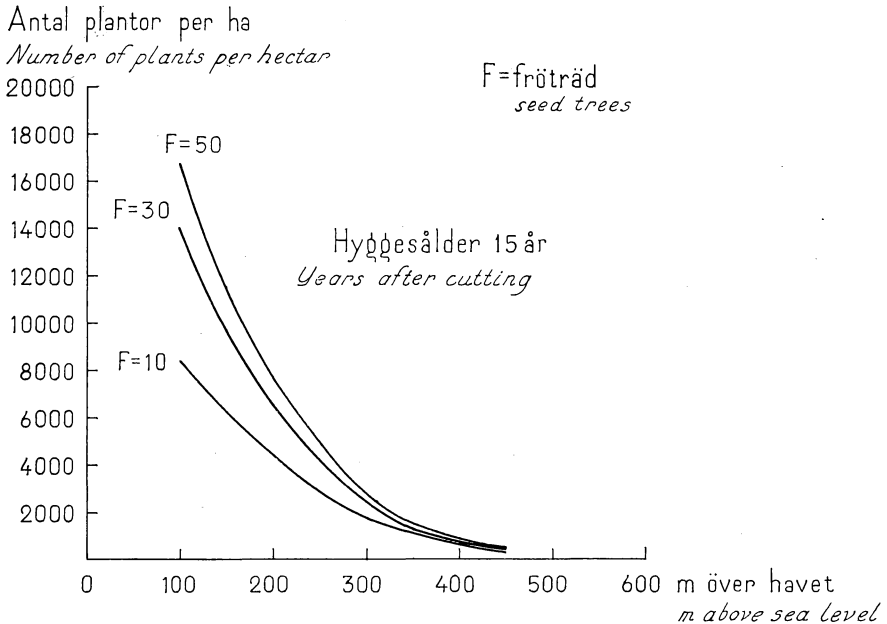


Fig. 20. Partialsamband med höjden över havet.
Partial regressions on height above sea level.

större fröträdsantal. Liknande förhållanden råda beträffande hyggesåldern, då fröträdsantalet är konstant. — De olika partialsambanden kunna närmare studeras i fig. 20—25.

En av de faktorer, som kunde tänkas påverka förnyingsvilligheten, är hyggestraktens allmänna lutningsriktning. En särskild undersökning på grundval av skillnaden mellan observerade och beräknade plantantal ($y - y_B$) visade emellertid inga tydliga tendenser till fördel för någon bestämd lutningsriktning. Det största underskottet uppträdde i den hyggesgrupp, vars lutningsriktningar lågo mellan SSO och SV, det största överskottet åter i den, där de föllo mellan VSV och NV. Särskild uppdelning av differenserna på olika vegetationstyper gav inga ytterligare upplysningar. Ehuru lutnings-

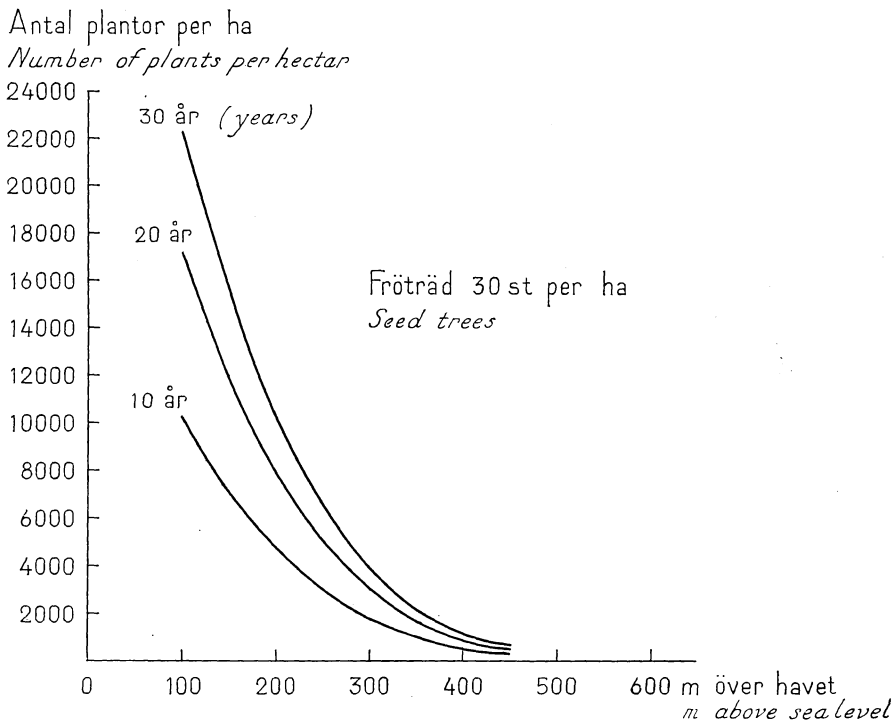


Fig. 21. Partialsamband med höjden över havet.
 Partial regressions on height above sea level.

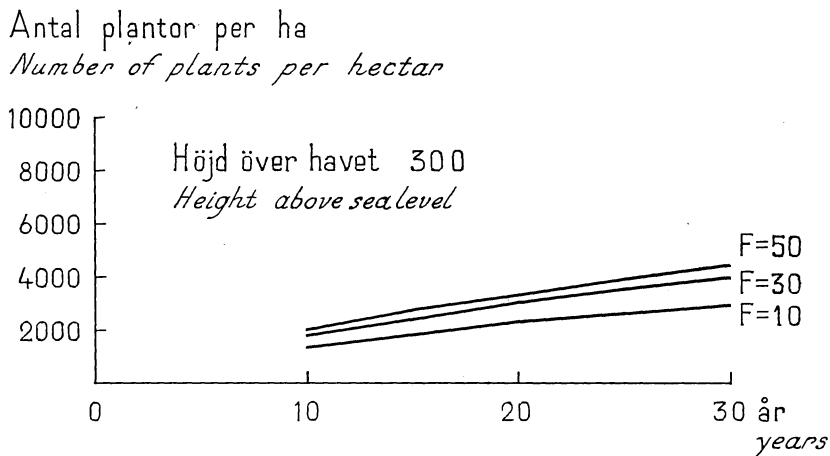


Fig. 22. Partialsamband med hyggesåldern.
 Partial regressions on number of years after cutting.

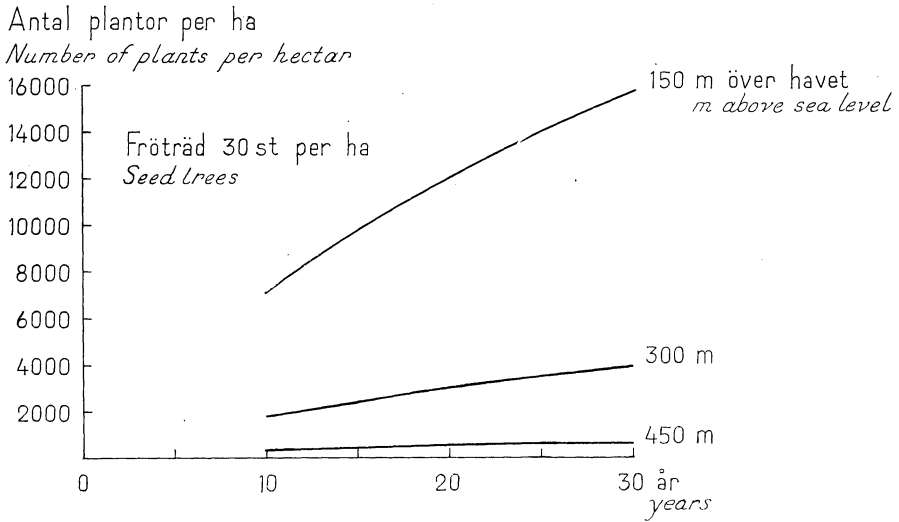


Fig. 23. Partialsamband med hyggesåldern.
Partial regressions on number of years after cutting.

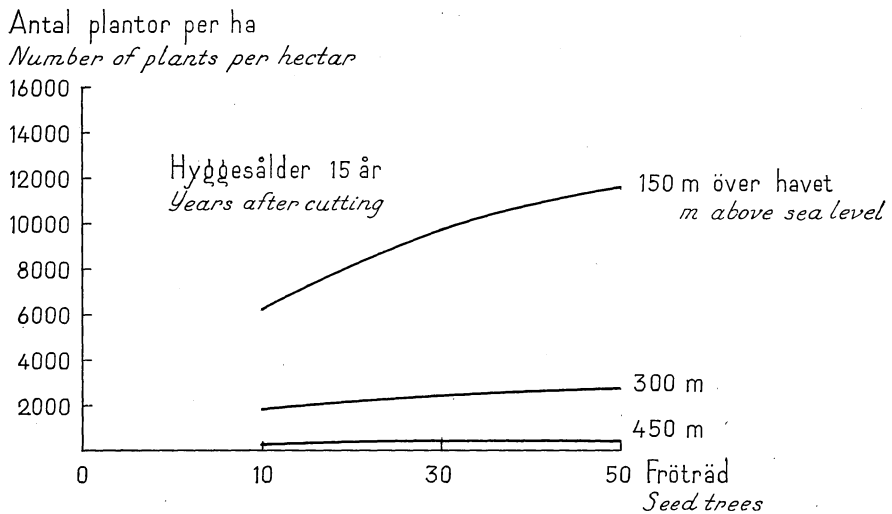


Fig. 24. Partialsamband med fröträdsantalet.
Partial regressions on number of seed trees.

riktningen genom sin inverkan på lokalklimatet utan tvivel spelar en roll för föryngringen, kunde den således icke utnyttjas som variabel vid denna bearbetning.

För att undersöka betydelsen av provytornas avstånd till närmaste skogskant grupperades ytorna inom den planrika höjdzonen 100—199 m ö. h. efter avståndet till skogskanten i grupperna 1—20, 21—30, 31—40, 41—50

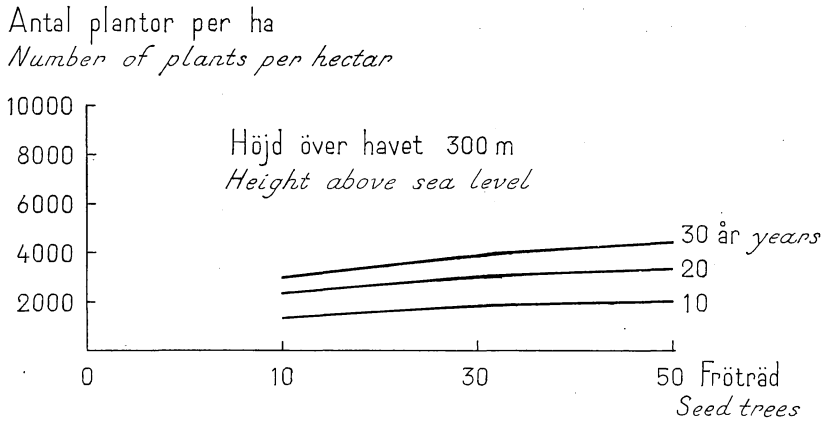


Fig. 25. Partialsamband med fröträdsantalet.
 Partial regressions on number of seed trees.

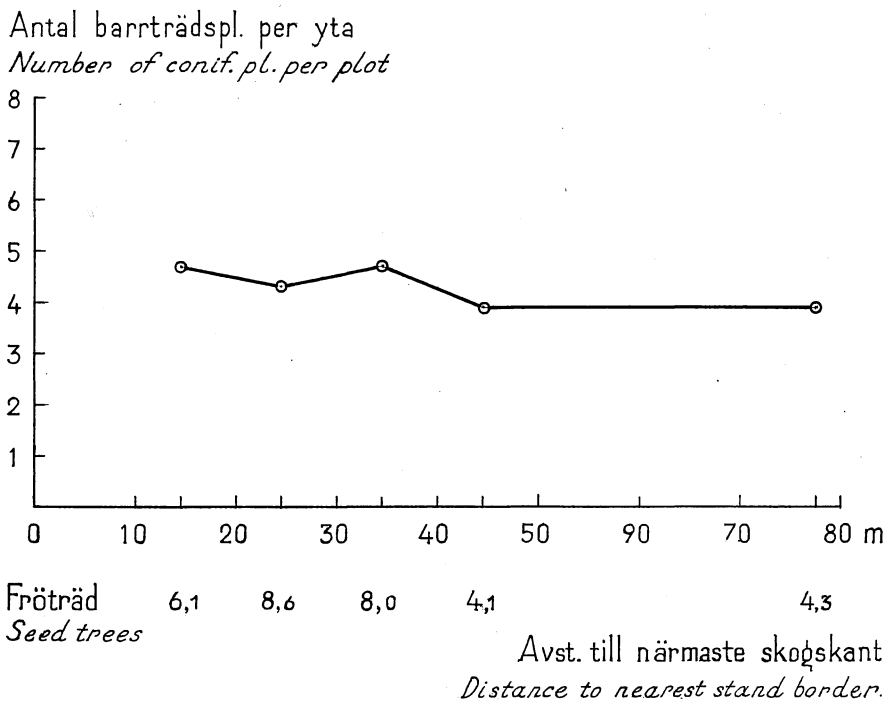


Fig. 26. Sambandet mellan antalet plantor och avståndet till närmaste skogskant i höjdzonen 100—199 m ö. h.
 Relation between number of plants and distance to nearest stand border in the height zone 100—199 m above sea level.

och 51— m. Medelantal plantor och medelantal fröträd beräknades samtidigt, varjämte olika hyggesåldrar särhölls. Sistnämnda klassindelning gav dock inge upplysningar, varför alla hyggesåldrar sammanslogos. Det slutligen erhållna sambandet visas i fig. 26. En svag positiv effekt av närhet till skogskanten kan möjligen spåras i figuren. En justering av punkternas lägen med hänsyn till fröträdsantalet skulle sänka de tre vänstra och höja de två högra, varigenom sambandet ytterligare skulle försvagas. Skäl ansågs därför icke föreligga att medtaga avståndet till närmaste skogskant som variabel i korrelationen. Detta anmärkningsvärda resultat förtjänar säkert den största uppmärksamhet. Ur skoglig synpunkt föranleder det följande slutsats: Kantbesåning har icke haft den föryngringsverkan, som man kunnat vänta sig, och kan på de ifrågavarande marktyperna icke ersätta besåning från fröträdsställningar.

Inflytandet av det antal år, som förflutit mellan föryngringshuggningen och hyggesrensningen har undersökts för samtliga höjdlägen. Därvid visade sig antalet nytillkomna barrträdsplantor vara större på hyggesrensade hyggen än på ej rensade endast inom höjdzonen 200—299 m ö. h. I övrigt voro de orensade hyggena något plantrikare. Skillnaderna voro dock små och böra givetvis icke tolkas som bevis för att hyggesrensning är en onödig åtgärd. Antalet år mellan föryngringshuggning och hyggesrensning kunde ej heller visas ha märkbar effekt på föryngringsresultatet.

Av vegetationstypsindex har framgått, att de fuktigare marktyperna under likartade förhållanden i övrigt äro lättare att föryngra, d. v. s. plantrikare, än de friska. Däremot syntes de örtrika vegetationstyperna ej vara de örtfattiga överlägsna i fråga om föryngringsvilligheten. I själva verket visa differenserna mellan observerade och enligt funktion (4) beräknade plantantal något svagare resultat på de örtrika typerna F_r , FS_r och S_r än på motsvarande örtfattiga typer F_f , FS_f och S_f . Skillnaderna i plantantal per yta äro i allmänhet små i höjdlägen ovan 200 m ö. h. Sålunda var t. ex. differensen $F_f - F_r$ för hela materialet lika med + 0,4 plantor per yta inom höjdzonen 200—299 m ö. h., — 0,1 plantor inom höjdzonen 300—399 m och + 0,1 plantor inom höjdzonen över 400 m. Inom höjdzonen 100—199 m ö. h. uppgick skillnaden till större belopp, nämligen + 1,06 plantor per yta. Denna skillnad har därför närmare undersökts. Inom de båda typerna F_f och F_r beräknades medeltal och spridningar, varvid befanns, att differensen $F_f - F_r = + 1,06^* \pm 0,51$. Skillnaden är således signifikativ, ehuru med knapp marginal. Åldersfördelningen inom de båda grupperna var emellertid ej fullt likartad, och fröträdsantalet var betydligt större på F_f -typen än på F_r -typen. Inflytandet av dessa olikheter i ålder och fröträdsantal verkar mot en minskning av differensen. Det synes därför åtminstone vara mycket osäkert, om den positiva skillnaden mellan örtfattiga och örtrika vegetationstyper återspeg-

lar ett faktiskt naturförhållande. — För samtliga höjdlägen undersöktes vidare inom vegetationstypen F_r de differenser, som uppkommo då typen uppdelades i tre underavdelningar karakteriserade av 1) *Geranium*, 2) *Aconitum* eller *Mulgedium*, 3) *Dryopteris*, *Oxalis* eller *Cornus*. *Aconitum-Mulgedium*-gruppen placerade sig främst, följd av *Geranium*-gruppen och sist *Dryopteris-Oxalis-Cornus*-gruppen. Ordningsföljden förefaller plausibel, men då differenserna enligt överslagsberäkningar äro insignifikativa, torde det tills vidare få betraktas endast som en rimlig möjlighet, att de olika örtgrupperna känneteckna olika grader av föryngringsvillighet.

En närmare undersökning av breddgradens inflytande på plantantalet gav intet resultat av värde, vilket väl torde bero på undersökningsområdets ringa utsträckning i nord-sydlig riktning.

Stor förhoppning ställdes från början på storprovytans (sid. 12) träd som variabel i korrelationen. Om många fröträd på fröträdsytan intill en viss gräns måste antas verka i gynnsam riktning, kunde man däremot föreställa sig, att ett stort antal träd på storprovytan, alltså i plantytans omedelbara omgivning, borde verka i ogynnsam riktning. Efter beräkning av y_B medelst funktion (4) sorterades avvikelserna ($y - y_B$) upp på klasser efter storleken av summa grundytta på storprovytorna. Vore ovanstående tankegång riktig, borde positiva differenser samlas inom klasser med låga grundytesummor, medan negativa differenser borde samlas inom klasser med stora grundytesummor. Detta inträffade emellertid icke, varför även denna variabel kunde utelämnas.

Beståndsföryngring av barrträdsplantor

Beståndsföryngringen, d. v. s. de plantor som enligt åldersbestämningen funnos på marken redan före föryngringshuggningen, uppvisar mycket stora växlingar. Detta torde vara naturligt med hänsyn till att beståndsföryngringen huvudsakligen består av granmarbuskar. Det antal sådana, som kvarlämnas vid hyggesrensningar, påverkas synnerligen kraftigt av de växlande idéerna om dessas lämpliga utförande. Det torde därför snarast böra betraktas som anmärkningsvärt, att beståndsföryngringen likväl visar ett relativt starkt samband med höjden över havet och vegetationstypen. Följande funktion erhöles:

$$y = 1,9429 x_4 + 1,0153 \cdot I \dots\dots\dots (6)$$

De oberoende variablerna ha nedan angiven betydelse.

$$x_4 = e^{-0,078 \left(\frac{H}{100}\right)^2}$$

I = typindex, som skall ingå med följande värden, nämligen för:

(L och $LF = -0,9340$, endast ett fåtal ytor).

$$F_f \text{ och } F_r = -0,0712.$$

$$FS_f \text{ och } FS_r = +0,1225.$$

$$S_f \text{ och } S_r = +0,6502.$$

Funktionen x_4 finnes tabulerad för olika värden på H i tab. 12.

I funktion (6) ha konstanterna följande medelfel.

Konstant	Medelfel	Doi %
1,9429	0,0963	4,96
1,0153	0,3536	34,83

Den ursprungliga spridningen i y utgjorde $s_y = 3,329$ planter per yta. Den har genom korrelationen nedbragts till $S_y = 2,872$ eller till 86,25 % av s_y .

Barrträdspl. per ha
Number of conif. pl. per hectare

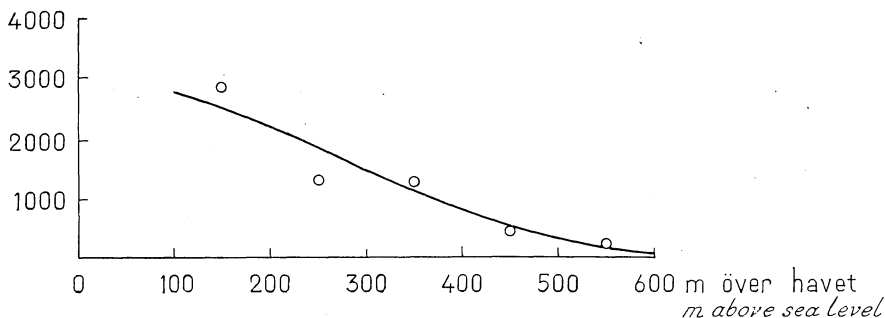


Fig. 27. Beståndsförnyring av barrträdsplanter. Sambandet med höjden över havet för frisk mark ($I = -0,0712$).

Stand regeneration of coniferous plants. Correlation between number of plants and height above sea level for healthy ground ($I = -0,0712$).

Den multipla korrelationskoefficienten har värdet 0,519. Större delen av spridningsminskningen — nära 90 % — förorsakas av variabeln x_4 , d. v. s. höjden över havet. Funktionens medelfel för värdet $H = 300$ m och $I = -0,0712$ är $\sigma_f = 0,0515$ och det relativa medelfelet $\sigma_f/f = 0,0578$, d. v. s. 5,78 % av funktionsvärdet.

Före funktion (6) framställdes utan hänsyn till vegetationstypen funktionen $y = 1,909 e^{-0,078 \left(\frac{H}{100}\right)^2}$, varvid konstanten $-0,078$ erhöles genom numerisk utjämning av det i grupper indelade materialet. Genom derivering av funktionen söktes, på sätt å sid. 27 angivits, förbättringar av de båda konstanterna. Förbättringarna blevo emellertid ungefär av samma storlek som sina medelfel. Genom att beräkna värden för både den ursprungliga och den förbättrade funktionen befanns skillnaden mellan dem endast uppgå till

delar av en tiondels planta per yta. Det kunde därför icke anses lönande att räkna om korrelationen.

Funktion (6) antyder, att höjden över havet är en variabel av allra största betydelse även för den föryngring, som uppkommer i bestånden före dessas avverkning. Givetvis kunna hyggesrensningarna ha verkat olika på olika höjd över havet, beroende på hur i skilda lägen synpunkterna på marbuskarnas kvalitet och önskan att tillvarata dem som föryngring blivit sammanjämkade. Likväl förefaller det anmärkningsvärt, att nyföryngringens och beståndsföryngringens (fig. 27) partialsamband med höjden över havet äro så likartade, som de visat sig vara.

Även i fråga om vegetationstyperna är likheten mellan beståndsföryngring och nyföryngring påfallande. Sålunda ligga typerna L och LF lägst, närmast över komma typerna F_1 och F_2 , sedan de halvfuktiga typerna FS_1 och FS_2 , samt slutligen de fuktiga typerna S_1 och S_2 , som ligga högst. I motsats till vad fallet var vid nyföryngringen, har i fråga om beståndsföryngringen grupperna $FS_1 + FS_2$ och $S_1 + S_2$ blivit skilda åt. Eftersom gången i indexvärdena emellertid eljest är lika, synes det icke omöjligt, att här en biologisk och hyggesrensningsteknisk realitet avspeglas. Det kan för övrigt anmärkas, att även för nyföryngring typerna S_1 och S_2 lågo högre än typerna FS_1 och FS_2 , ehuru ej så mycket att hänsyn kunde tagas till den osäkra skillnaden. Av intresse är vidare att uppmärksamma, att örtfattiga och örtrika vegetationstyper här lika litet som i fråga om nyföryngringen ha kunnat skiljas åt.

I tab. 14 återfinnas uppgifter om antalet beståndsföryngringsplantor på frisk mark i olika höjdlägen.

Nyföryngring av björkplantor

Vid bearbetningen av björkens nyföryngring visade sig några provytor innehålla ett oerhört stort antal vanligen små, några få år gamla björkplantor. I en del fall funnos förhållanden antecknade, som kunde förklara detta, såsom exempelvis att provytan innefattade en gångstig eller fästing, en gammal brasplats etc. Då förrättningsmännen vid fältarbetet icke kunde förutse behovet att efterforska dylika förhållanden, kan dock i många fall ingen särskild orsak till det höga plantantalet anges. Emellertid var det nödvändigt att avlägsna de plantrikaste provytorna, vilkas störande inverkan omöjliggjorde alla bearbetningsförsök. Därvid bortgallrades provytor med 50 björkplantor eller mer, sammanlagt 110 st. ytor. Dessa ytor ingå ej heller i övriga här framlagda bearbetningar.

Följande funktion erhöles för nyföryngring av björk:

$$y = x_5(3,6061 + 3,7314 \cdot I) \dots\dots\dots (7)$$

De oberoende variablerna ha nedan angiven betydelse.

$$x_5 = \frac{A}{10} e^{-0,2\left(\frac{A}{10}\right)}$$

I = typindex, som skall ingå med följande värden, nämligen för:

(L och $LF = -1,0000$, endast ett fåtal ytor).

F_f och $F_r = -0,2488$.

FS_f och $FS_r = +0,8333$.

S_f och $S_r = +1,5114$.

Funktionen x_5 finnes tabulerad för olika värden på A i tab. 13.

I funktion (7) ha konstanterna följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
3,6061	0,1920	5,32
3,7314	0,3983	10,67

Den ursprungliga spridningen i y utgjorde $s_y = 13,84$ plantor per yta. Den har genom korrelationen nedbragts till $S_y = 12,06$ eller till 87,14 % av s_y . Den multipla korrelationskoefficienten har värdet 0,505. Större delen av spridningsminskningen förorsakas av vegetationstypsindex, som svarar för 80 % därav. Funktionens relativa medelfel σ_f/f är oberoende av x_5 och är för vegetationstyperna:

$$\begin{aligned} F_f \text{ och } F_r &= 8 \% \\ FS_f \text{ och } FS_r &= 6 \% \\ S_f \text{ och } S_r &= 7 \% \end{aligned}$$

Genom derivering av den ursprungliga funktionen $y = 3,56 \frac{A}{10} e^{-0,2\frac{A}{10}}$ har förbättring sökts av det efter numerisk utjämning erhållna konstantvärdet $-0,2$. Förbättringen blev mindre än hälften av sitt medelfel. Med hänsyn till de stora spridningarna och den därav förorsakade osäkerheten om kurvans form kunde därför skäl ej anses föreligga att räkna om korrelationen.

Funktion (7) synes antyda, att hyggesåldern och markvegetationstypen äro de vid björkens nyföryngring dominerande variablerna. Ordnade efter sitt inflytande på antalet björkplantor vid given hyggesålder återkomma vegetationstyperna i samma följd och i samma gruppering som i fråga om nyföryngring och beståndsföryngring av barrträdsplantor. Härigenom vinnes ett starkt stöd för föreställningen, att vegetationstypsindex återspeglar en biologisk realitet.

Under arbetet med materialet syntes ett svagt samband mellan höjden över havet och björkföryngringen kunna spåras. Det var emellertid alltför osäkert för att kunna utnyttjas i korrelationen, som genom medtagande av

höjden över havet ej förbättrades. Liknande var förhållandet med antalet björkfröträd. Här föreföll sambandet vara starkare och många försök gjordes att inrycka fröträdsvariabeln i korrelationen. Genom den därvid uppstående förlusten av frihetsgrader blev resultatet emellertid i regel försämrat, d. v. s. S_y blev större med än utan fröträdsvariabeln. En förhållandevis obekvämlig funktion gav dock, utan hänsyn till vegetationstyp, en sänkning av S_y till 97,2 % mot 97,5 % för den ovan använda funktion, som endast innehöll åldersvariabeln. Denna obetydliga förbättring ansågs emellertid ej uppväga de med funktionen förenade olägenheterna. — Det bör påpekas, att den ringa spridningsnedsättningen till största delen förklaras av den nästan fullständiga frånvaron av björkplantor på ett fåtal gamla hyggen, vilka man skulle ha väntat sig vara rikt björkförygrade.

I tab. 15 återfinnas uppgifter om antalet nyföryngringsplantor av björk på friska, halvfuktiga och fuktiga marktyper vid olika hyggesålder.

Beståndsföryngring av björkplantor

Björkplantor som äro äldre än hygget uppträda endast sparsamt i materialet. De svaga samband med höjden över havet och hyggesåldern, som kunde misstänkas föreligga, visade sig ej kunna bestyrkas vid bearbetningen. Endast vegetationstypens inverkan på plantantalet syntes slutligen någorlunda säkerställd. Vegetationstypernas ordningsföljd och gruppering återkommer här för fjärde gången såsom framgår av följande uppställning.

Vegetations-typer	Medelantal plantor per ha	Medelfel	D:o i %
(L och LF)	0	—	—)
F_f och F_r	118	25	21,1
FS_f och FS_r	201	54	26,9
S_f och S_r	700	122	17,5

Slutsatser av större betydelse torde knappast kunna dras av dessa siffror med hänsyn till den inverkan, som olika former av hyggesrensning sannolikt utövat på desamma.

Aspplantor

Antalet aspplantor per yta synes med all sannolikhet stå i ett positivt samband med hyggesåldern. Vid korrelation blev spridningsnedsättningen dock alltför ringa för att förtjäna beaktas. Intet nämnvärt inflytande kunde spåras av höjden över havet. Sammanställda för de olika vegetationstyperna blevo de genomsnittliga plantantalen per ha följande.

Vegetations- typ	Antal plantor per ha	Medelfel	D:o i %
F_f	844	187	22,1
F_r	1 234	248	20,1
FS_f	146	83	56,8
FS_r	438	140	32,0
S_f	0	—	—
S_r	633	581	91,8

Sammanställningen visar, att plantantalet för en del vegetationstyper är mycket osäkert fastställt, liksom även skillnaden mellan de flesta av dem. Den skillnad, som synes framträda mellan örtfattiga och örtrika vegetationstyper till de senares fördel, är också den insignifikativ.

Alplantor

Antalet alplantor per ha torde möjligen i någon mån avtaga med höjden över havet. Korrelationerna ledde dock icke till användbara resultat. I nedanstående sammanställning anges plantantalet per ha i de olika vegetationstyperna.

Vegetations- typ	Antal plantor per ha	Medelfel	D:o i %
F_f	16	11	68,8
F_r	276	91	33,0
FS_f	32	23	71,9
FS_r	309	115	37,2
S_f	244	91	37,3
S_r	130	145	111,5

Trots de stora medelfelen torde likväl här tendensen till större plantantal på örtrika än på örtfattiga marker delvis vara tecken på en verklig skillnad. Sålunda är differensen mellan F_f och $F_r = 260^* \pm 92$ samt mellan FS_r och $FS_f = 277^* \pm 117$ båda signifikativa. Skillnaden mellan S_r och S_f går emellertid i motsatt riktning, vilket dock kan förklaras av det ringa antalet ytor i typen S_r (endast 23 st.).

Sälplantor

Medelantalet sälplantor per ha visar endast obetydliga skillnader inom olika vegetationstyper och är i medeltal för hela materialet 117 st. per ha.

Rönnplantor

Försök att finna en användbar korrelation mellan antalet rönnplantor samt höjden över havet och hyggesåldern ledde ej till godtagbara resultat. Även för rönnplantorna anges därför medeltalen i de olika vegetationstyperna.

Vegetations- typ	Antal plantor per ha	Medelfel	D:o i %
F_f	3 216	388	12,1
F_r	9 241	857	9,3
FS_f	2 144	477	22,2
FS_r	5 700	1 002	17,6
S_f	1 624	489	30,1
S_r	3 524	1 353	38,4

Beträffande det över lag anmärkningsvärt stora antalet rönnplantor råder ingen tvekan om, att de örtrika vegetationstyperna äro de örtfattiga överlägsna. Skillnaden mellan medelantalet för de förra och de senare är $8\ 266 - 3\ 004 = 5\ 262$, vilken differens är starkt signifikativ. En tydlig tendens till avtagande plantantal med tilltagande markfuktighet synes även framträda både i den örtfattiga och den örtrika serien. En del av de uppträdande skillnaderna, såsom exempelvis mellan F_r och FS_r , äro signifikativa, andra däremot ej. Tillsammans tyda de olika differenserna genom sin likartade gång i de båda typserierna med tämligen stor säkerhet på ett reellt underlag.

V. Plantornas fördelning över arealen

I fråga om planteringar kunna vi på förhand bilda oss en ungefärlig föreställning om det sätt, på vilket plantorna stå spridda över arealen. Oavsett vilket regelbundet förband som må ha använts på ett visst hygge, ha vi bland annat rätt att vänta oss ungefär lika många plantor — eller åtminstone planteringsgropar — per arealenhet inom hyggets olika delar. Hur plantorna fördela sig i en naturlig föryngring kunna vi däremot i allmänhet icke säga något om utan att först göra särskilda undersökningar i fält. Plantornas fördelning påverkas här av oregelbundenheten i fröbesåningen och de olikartade betingelser markytan erbjuder för plantornas uppkomst och fortbestånd. Det kommer därför att bli vår närmaste uppgift att undersöka, hur dessa förhållanden inverka på plantfördelningen. Härför erfordras att några teoretiska underlag först klarläggas.

Teoretiska underlag

Då en föryngring taxeras med provytor, erhålles för varje provyta uppgift om antalet plantor. Efter att ha beräknat medelantalet plantor per yta och de enskilda ytornas avvikelser från detta, kan ytornas spridning kring medelantalet beräknas. Det erhållna värdet, s , utgör den observerade spridningen. Den är en skattning av ett teoretiskt populationsvärde, vilket betecknas med σ . Då spridningens kvadrat kallas varians, är den observerade variansen $= s^2 =$ uppskattning av σ^2 . Variansen visar sig bli avsevärt olika vid taxering av olika återväxter, även om medelantalet plantor per yta är lika stort. I lyckade planteringar blir variansen liten i förhållande till medelantalet plantor per yta, som vi beteckna med m . Kvoten $s^2/m = Q^2$ understiger vanligen 1. I naturliga föryngringar däremot blir kvoten Q^2 vanligen större än 1, ofta avsevärt större. Då det lätt inses, att vid samma plantantal per ha variansen måste bli mindre, om plantfördelningen är jämn, än om den är ojämn, d. v. s. gruppställd, synes Q^2 vara ägnat att ge vissa upplysningar om graden av ojämnhet. Så är också fallet, om vi inskränka oss till att jämföra föryngringar med samma plantantal per ha. Vi skola senare omnämna ett mått på gruppställdheten, som är fritt från denna inskränkning.

Låt oss nu föreställa oss att på ett hygge med naturlig föryngring en liten provyta utlägges. Inom ytan finna vi ett visst antal plantor. Det är tydligt, att sannolikheten för att finna en planta på provytan är större på ett plantrikt hygge än på ett plantfattigt. Ett sådant begrepp som »sannolikheten för att finna en planta på provytan» måste emellertid ges en gripbar innebörd för att kunna vara till nytta. Vi kunna t. ex. tänka oss provytan uppdelad i småfläckar av samma storleksordning som snittytan hos ett på längden kluvet frö. Antag att n sådana småytor inrymmas på provytan. Antalet småytor blir tydligen mycket stort, om provytan omfattar en areal av några kvadratmeter. Med anknytning till hasardspelsteorien kunna småytorna betraktas som »likaberättigade fall», varav de småytor, på vilka en planta växt upp, äro »gynnsamma», de övriga »ogynnsamma» för inträffande av »händelsen en planta». Då vi funnit t. ex. m_1 plantor på provytan, kunna vi som närmevärde på sannolikheten för att finna en planta på någon bestämd småyta på densamma sätta $p = m_1/n$. Sannolikheten p är ett mycket litet tal även på de plantrikaste hyggen, men eftersom n är ett stort tal, blir dock produkten $np = m_1$, d. v. s. lika med antalet på ytan funna plantor. Även om sannolikhetstalet p vore konstant överallt inom hygget, kunna vi dock ej vänta oss, att på olika provytor finna exakt samma värde på produkten np . Provytan representerar endast en ringa del av hela hygget och av samma skäl som vi vid försök med exempelvis 20 dragningar av kort ur en kortlek

ej vid varje sådant försök få precis 5 hjärter, finna vi ej heller exakt lika många plantor på olika provytor.

Vi kunna icke mäta p , utan vilja i stället undersöka, vart vissa enkla antaganden om denna storhet leda.

1. Konstant p . Om p vore ett sannolikhetstal av t. ex. storleksordningen 0,1, skulle det vara möjligt att med binomialfördelningens hjälp beräkna hur många av en taxerings totala antal provytor N , som innehålla resp. 0, 1, 2 . . . x plantor. För gränsfallet $p = 0, n = \infty$, varvid $np = m =$ medelantalet plantor per yta, övergår binomialfördelningen till POISSON-fördelningen, som har den enkla formen:

$$p_x = \frac{e^{-m} m^x}{x!} \dots\dots\dots (8)$$

vari p_x betecknar sannolikheten för att vid en taxering erhålla en provyta med x st. plantor. Ytornas teoretiska varians är

$$\sigma_B^2 = m \dots\dots\dots (9)$$

varför medelplantantalet per yta alltså utgör en skattning av den teoretiska variansen. Kvoten Q^2 är liktydig med kvoten mellan den observerade variansen och den teoretiska varians, som skulle uppstå till följd av antagandet $p =$ konstant. I en Poisson-fördelning böra tydligen olika taxeringar ge Q^2 -värden i närheten av 1.

Funktionen (8) återger den plantfördelning, som skulle uppkomma, om sannolikheten för att finna en planta överallt vore lika stor, vilket betyder detsamma som att plantorna stå alldeles slumpvis fördelade över arealen. Den tilldrar sig därför stort teoretiskt intresse. För att beräkna den slumpvisa plantfördelningen erfordras endast kännedom om m . Funktionen p_x finnes tabulerad i olika matematisk-statistiska handböcker. Bilder av funktionen återfinnas t. ex. hos ENEROTH (1945).

2. Variationen i sannolikheten p bestäms av att plantorna stå ordnade på ett visst sätt över arealen, såsom t. ex. vid en plantering i regelbundet förband. Om man på måfå placerar ut en cirkelprovyta på ett sådant hygge, kan antalet småytor med sannolikheten $p = 1$, d. v. s. antalet plantor inom cirkelytan, variera endast beroende på olika läge hos cirkelytan i förhållande till det regelbundna förbandet. Den slumpvisa variationen har nu satts ur spel och vi få (jfr formel 11 nedan):

$$\sigma_P^2 = n^2 \sigma_p^2 \dots\dots\dots (10)$$

För cirkelytor med 1,4 m radie och olika i praktiken förekommande planteringsförband blir $\sigma_P^2 < \sigma_B^2$ och följaktligen också $Q^2 < 1$.

3. p varierar inom hyggets olika delar, men är konstant inom varje enskild provyta. I detta fall finnas ett genomsnittsvärde $p = p_o$ gällande för hela hygget. För varje provyta har p olika, men inom ytan konstanta, värden och liksom ovan beteckna vi variansen för p med σ_p^2 . Plantantalets varians blir under dessa förutsättningar:

$$\sigma_L^2 = \sigma_B^2 + (n^2 - n)\sigma_p^2.$$

Eftersom n är ett stort tal, kan $(n^2 - n)$ approximativt sättas = n^2 och vi få därefter:

$$\sigma_L^2 = \sigma_B^2 + n^2\sigma_p^2 \dots\dots\dots (II)$$

Variansen är följaktligen större än vid den slumpvisa fördelningen och $Q^2 = (\sigma_B^2 + n^2\sigma_p^2)/\sigma_B^2$ är större än 1. Eftersom vi veta, att i naturliga föryngringar Q^2 faktiskt är större än 1, förefaller det vara en rimlig hypotes, att ett på något sätt från provyta till provyta varierande p är orsaken härtill. Den vid en viss taxering beräknade variansen s^2 är i så fall en skattning av σ_L^2 , och vi finna alltså på denna väg en rimlig förklaring till det empiriska faktum, att kvoten

$$Q^2 = \frac{s^2}{m} \dots\dots\dots (I2)$$

åtminstone för återväxter med samma m , är ett uttryck för graden av ojämnhet.

Emellertid kunna vi approximativt skriva $s^2 = \sigma_B^2 + n^2\sigma_p^2$, d. v. s. den observerade variansen sammansättes av en del, som är karakteristisk för den rent slumpmässiga variationen vid konstant p och en annan del — $n^2\sigma_p^2$ —, som förorsakas av de på grund av det varierande p -värdet uppkomna störningarna i den slumpmässiga fördelningen. Vi ha förut nämnt, att Q^2 är ett mått på plantfördelningens ojämnhet eller gruppställdhet, ehuru det endast kan användas för jämförelse mellan föryngringar med samma m . Då man kan skriva $Q^2 = 1 + \frac{n^2\sigma_p^2}{\sigma_B^2}$, se vi att Q^2 påverkas av förhållandet $n^2\sigma_p^2/\sigma_B^2 = n^2\sigma_p^2/m$, vilket, som erfarenheten visar, i stort genomsnitt växer ungefär proportionellt mot m . Eftersom störningarna förorsakas av det varierande p -värdet, böra deras genomsnittliga, relativa storlek kunna mätas av kvoten σ_p/p_o , d. v. s. den varierande sannolikhetens spridning, dividerad med sannolikhetens medelvärde. Ur (II) få vi $n^2\sigma_p^2 = \sigma_L^2 - \sigma_B^2$ och efter division med $n^2p_o^2$:

$$\left(\frac{\sigma_p}{p_o}\right)^2 = \frac{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}{n^2p_o^2}$$

eller, då vi beteckna σ_p/p_0 med ϱ , skriva s^2 i stället för σ_L^2 och observera, att $n^2 p_0^2 = m^2$ samt vidare enligt (12) sätta $Q^2 = s^2/m$:

$$\varrho^2 = \frac{Q^2 - 1}{m} \dots\dots\dots (13)$$

Talet 100 ϱ betecknas av CHARLIER (1920) såsom »störningskoefficienten». Det är ett rent tal, oberoende av m och utgör ett mått på storleken av störningarna i förhållande till den slumpvisa plantfördelningen. I en sådan är $Q^2 = 1$ och följaktligen $\varrho^2 = 0$. I det följande komma vi huvudsakligen att använda storheten ϱ , som, för att undvika sammanblandning, här kallas »störningen».

Då Q^2 är mindre än 1, vilket refererar till fallet 2 ovan, kunna vi genom överenskommelse skriva:

$$\varrho^2 = \frac{1 - Q^2}{m} \dots\dots\dots (14)$$

samt vid beräkning av störningen

$$\varrho = \pm \sqrt{\left| \frac{Q^2 - 1}{m} \right|} \dots\dots\dots (15)$$

varvid plustecknet användes då $Q^2 > 1$ och minustecknet då $Q^2 < 1$.

I en viktig avhandling har professor O. ENEROTH (1945) visat, att man genom ett enkelt antagande i fråga om det sätt på vilket sannolikheten p varierar kan komma fram till en funktion, som med mycket god approximation återger de naturliga föryngringarnas plantfördelning. I fallet 3 antogs p vara konstant inom varje provyta, i vilket fall sannolikhetsformeln (8) bör gälla. Vi anta nu att $np_1 = \mu_1$, $np_2 = \mu_2$, . . . äro de medelantal planor, som skulle finnas på de olika provytorna, om man kunde undersöka ett oändligt antal småytor med de konstanta sannolikheterna p_1 , p_2 . . . Värdet $np = \mu$ är nu en variabel, som vi anta har en egen, av (8) oberoende frekvensfunktion. Om dennas form kan man endast bilda sig en mycket ungefärlig föreställning. I sitt nyssnämnda arbete visade ENEROTH, att den s. k. gammafördelningen¹, som har en frekvensfunktion, vars analytiska uttryck rätt mycket liknar uttrycket för sannolikheterna i (8), väl syntes lämpa sig som frekvensfunktion för μ -värdena. Genom detta val kunde nämligen plantfördelningarna både i naturliga föryngringar och i sådder återges med tillfredsställande noggrannhet.

På grundval av gammafördelningen och POISSON-fördelningen finna vi nu sannolikheten för att i en naturlig föryngring erhålla en provyta med x planor:

$$p_x = \frac{c^r}{\Gamma(r)} \int_0^\infty e^{-c\mu} \mu^{r-1} \cdot \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!} d\mu \dots\dots\dots (16)$$

¹ Frekvensfunktion av typ III i PEARSON'S system.

Denna frekvensfördelning betecknas vid de följande skogliga tillämpningarna som ENEROTH'S fördelning¹.

Vid en verklig planttaxering finna vi ett medelplantantal = m och en varians = s^2 . Konstanterna c och r kunna bestämmas så, att (16) får detta medeltal och denna varians. Då skall:

$$\left. \begin{aligned} c &= 1/(Q^2-1) \\ r &= m/(Q^2-1) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (17)$$

Slutligen erhållas följande formler, med vilkas hjälp man successivt kan beräkna frekvensen av ytor med 0, 1, 2 ... x plantor per yta.

$$\left. \begin{aligned} p_0 &= \left(\frac{1}{Q^2}\right)^{\frac{m}{Q^2-1}} \\ p_1 &= p_0 \cdot \left(\frac{m}{Q^2}\right) \\ p_2 &= p_1 \cdot \left(\frac{m + (Q^2-1)}{2 Q^2}\right) \\ p_3 &= p_2 \cdot \left(\frac{m + 2(Q^2-1)}{3 Q^2}\right) \\ p_x &= p_{x-1} \cdot \left(\frac{m + (x-1)(Q^2-1)}{x Q^2}\right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (18)$$

För att demonstrera att plantfördelningen uteslutande bestäms av medelplantantalet per yta och störningen, kunna vi med hjälp av (13) skriva t. ex.

$$p_0 = \left(\frac{1}{mQ^2 + 1}\right)^{\frac{1}{Q^2}}$$

Plantornas fördelning

Störningen. För varje helt hygge har, utan hänsyn till vegetationstyp, ett värde på störningen beräknats med avseende dels på enbart barrträdsplantor, dels på barrträds- och björkplantor gemensamt. I text och figurer anges det senare fallet för korthetens skull med beteckningen »barr + björk». Hyggena samlades i klasser med hänsyn till medelantal plantor per provyta och i dessa klasser uträknades störningarnas medelvärden. Resultatet för barrträdsplantor återges i fig. 28. Av denna framgår, att växlingarna äro

¹) Funktionen har framställts och för andra ändamål tidigare använts av G.UDNY YULE (1910, 1920) och andra (se ENEROTH, 1945). (16) kallas i statistisk litteratur »den negativa binomialfördelningen».

stora och att en svag tendens till sjunkande ρ med stigande plantantal kan skönjas. Tendensen framträder i funktionen:

$$\rho = 1,1281 - 0,0261 m \dots \dots \dots (18a)$$

samt i den härur beräknade tab. 16. För »barr + björk» blev resultatet av motsvarande beräkning likartat. Störningen var emellertid i detta fall något större över hela linjen.

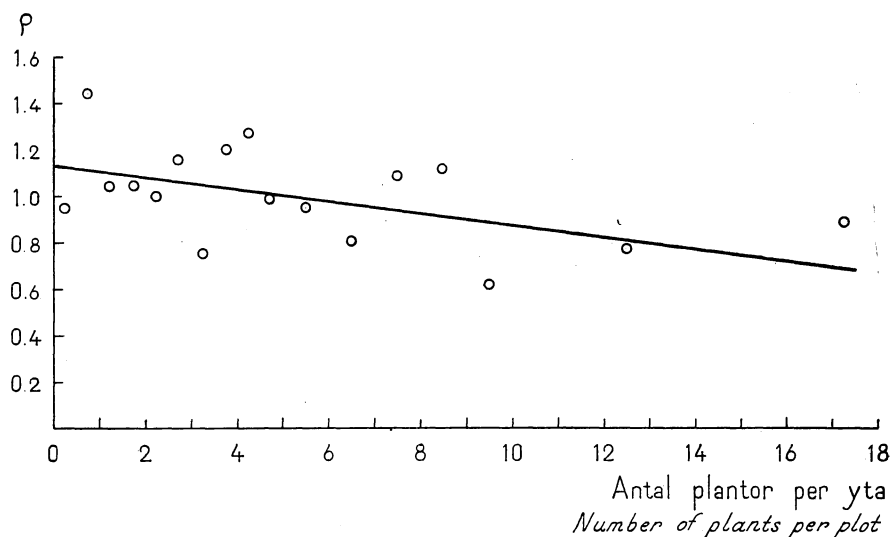


Fig. 28. Störningens samband med medelantalet plantor per provyta.
Correlation between perturbation and average number of plants per plot.

Medelvärdet av störningen ρ blev för:

- barrträdsplantor..... = +1,052,
- barrträds- och björkplantor = +1,202.

Då man kunde misstänka, att de olika vegetationstyperna skulle uppvisa olika störningsgrad, beräknades denna för alla enskilda vegetationstypsområden, som innehöll minst 5 provytor. Variansen inom vegetationstyper blev 0,3878 med 167 frihetsgrader och mellan vegetationstyper 0,1625 med 4 frihetsgrader, som ger negativ inom klasskorrelation och det insignifikativa *F*-värdet 2,39. Ingen enskild differens mellan olika vegetationstypers medeltal blev signifikativ. Följaktligen har i detta material ingenting framkommit, som kan ge anledning att räkna med olika störning inom de företrädda vegetationstyperna.

Som av kap. IV framgått skilja sig vissa vegetationstyper åt med hänsyn till plantantalet. Störningen för ett helt hygge bör därför, om det innehåller

vegetationstyper med olika typindex, bliva något större än medeltalet av störningen inom vegetationstyper. För att undersöka, huruvida skillnaden var av väsentlig betydelse, utfördes för »barr + björk» å 103 hyggen (alla utom sista årets, som ej voro tillgängliga vid tillfället i fråga) en beräkning av störningsmedeltalet dels för hela hyggen, dels för hela hyggen med endast en vegetationstyp, dels slutligen inom vegetationstyper. Medeltalen blevo resp. 1,31, 1,30 och 1,19. Skillnaderna gå i väntad riktning, men äro rätt små och bedömda i förhållande till de förekommande spridningarna insignifikativa.

Slutligen undersöktes om förekomsten av olika antal fröträd påverkade störningen. Även denna undersökning gav insignifikativa resultat. — På grund av dessa undersökningar ansågs berättigat att som skett beräkna materialets medelstörning ur störningsvärdena för hela hyggen.

Utredningen har alltså visat, att barrträdsplantornas benägenhet att gruppställa sig är utomordentligt stor och ungefär lika på alla i materialet företrädda vegetationstyper. Benägenheten för gruppställning håller sig visserligen i huvudsak vid samma nivå under hela föryngringsprocessen, men är dock något större på unga, plantfattiga hyggen än på äldre, planrika sådana. En tendens till minskad gruppighet på mycket planrika hyggen kan således skönjas. Olika förekomst av fröträd har ej medfört märkbara skillnader i ojämnheter.

Gruppställdheten blir starkare utpräglad då barrträds- och björkplantor sammanräknas. Björken torde därför i och för sig ha ännu större benägenhet för gruppställning än barrträden.

På grund av det ringa antalet provtytor inom varje hygge och vegetationstyp äro de enskilda störningsvärdena mycket osäkert bestämda. Det är därför sannolikt, att man med stöd av större material skulle kunna fastställa skillnader och samband, som ej komma fram vid denna undersökning. Sålunda har t. ex. ENEROTH (1945) funnit olika nollyteprocenter vid samma medeltal inom olika vegetationstyper, vilket tyder på skillnader i störning. Frågan om störningen och vegetationstyperna torde därför böra närmare utforskas på ett material, som bättre lämpar sig för ändamålet än det nu föreliggande.

Barrträdsplantornas fördelning. För att få till stånd en jämförelse mellan observerade och enligt ENEROTHS fördelning beräknade plantfrekvenser har förfarits på följande sätt. Eftersom varje enskilt hygge innehåller alltför få provtytor, ha hyggena samlats i klasser efter medelantal plantor per yta. Plantfrekvenserna sammanslogos inom dessa klasser till en gemensam fördelning för varje klass. Ur klassernas frekvensfördelningar beräknades m -värden och Q^2 -värden, varefter de teoretiska frekvenserna erhöles ur formelerna (18). Exempel på observerade och beräknade frekvensfördelningar visas tab. 17.

Av denna framgår, att överensstämmelsen i allmänhet är god. Den svaga tendensen till för stor beräknad frekvens i 0-klassen (0 plantor per yta) och för liten i 1-klassen torde bero på sammanslagningen av ett flertal olika frekvensfördelningar med olika m och olika Q^2 , vilket verkar i riktning mot en dylik avvikelse. Den utomordentligt goda överensstämmelse mellan observerade och beräknade 0-klassfrekvenser, som funktionen ger på större, enhetligt material, framgår av ENEROTH (1945). Frekvensfördelningarnas stora variationsvidd är en följd av den starka gruppställdheten, varigenom även på plantfattiga hyggen enstaka planrika provytor konstant påträffas.

Plantfördelningarna synes äga ett betydande intresse, då man söker bilda sig en föreställning om de ifrågavarande föryngringarnas struktur. De teoretiska fördelningarna enligt formlerna (18) äro relativt omständliga att beräkna. Därför har i tab. 18 ENEROTH'S funktion uträknats för vissa medelantal plantor per provyta (detta tal m multiplicerat med 1 624 ger motsvarande plantantal per ha). Vid denna beräkning har störningen erhållits ur formeln (18 a).

VI. Plantmedelhöjden och dess utveckling

Plantmedelhöjden och dess utveckling med hyggesåldern är huvudsakligen av intresse för bestämning av planthöjdens frekvensfördelningar, i vilka den utgör en av parametrarna. Den kommer därför i korthet att behandlas i detta kapitel. Planthöjdens samband med plantans ålder undersökes däremot icke. — Plantmedelhöjden hos en viss klass av plantor, t. ex. nyföryngring av barrträdsplantor, på en viss vegetationstyp har beräknats såsom aritmetiska medeltalet av alla till klassen hörande plantors höjder, mätta i centimeter.

Nyföryngring av barrträdsplantor

På samma mark och vid samma hyggesålder visade sig nyföryngringens medelhöjd vara ungefär densamma inom olika höjdlägen. Det tydliga sambandet med hyggesåldern framställdes i en funktion, som erhöi följande form:

$$y = 9,20 \frac{A}{10} + 5,47 \left(\frac{A}{10} \right)^2 \dots\dots\dots (19)$$

I funktion (19) ha konstanterna följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
9,20	2,84	30,82
5,47	1,33	24,27

Spridningen nedsattes genom korrelationen till 82,26 % av det ursprungliga värdet.

Intet inflytande av vegetationstypen kunde säkerställas. — En bild av funktionens gång genom materialets gruppmedeltal visas i fig. 29.

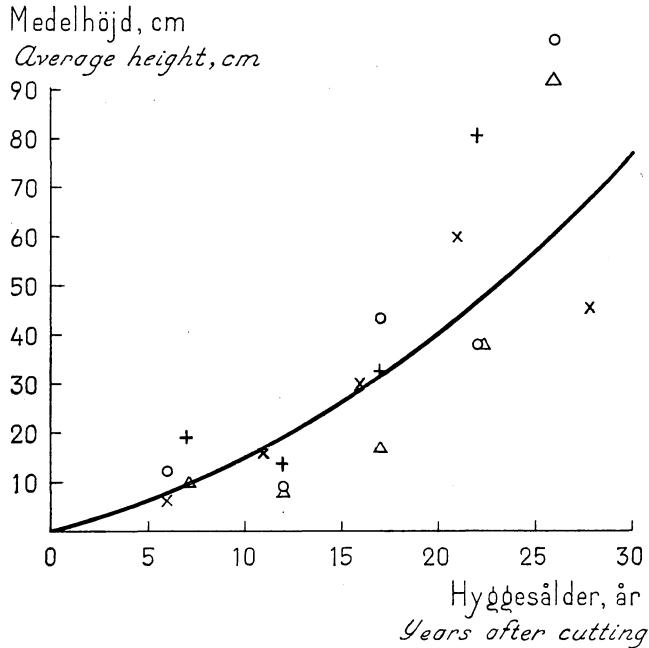


Fig. 29. Medelhöjdens utveckling med hyggesåldern för nyföryngring av barrträdsplanter.

Correlation between average height and years after cutting for new regeneration of coniferous plants

- x = 100—199 m ö. h.; m altitude.
- + = 200—299 " " " m "
- o = 300—399 " " " m "
- Δ = 400— " " " m "

Beståndsföryngring av barrträdsplanter

Motsvarande funktion för beståndsföryngring erhöi formen:

$$y = 13,52 + 68,09 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (20)$$

Konstanterna ha följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
13,52	7,11	52,58
68,09	4,64	6,81

Medelfelet på konstanten 13,52 är större än 50 % och den skulle därför enligt här tillämpade regler ha kasserats. Utjämnigen försämrades dock

synbart genom utelämning av densamma. Då förekomsten av en konstant term i fråga om beståndsföryngring torde vara principiellt riktig, har den därför bibehållits. Spridningen nedsattes genom korrelationen till 77,64 % av det ursprungliga värdet.

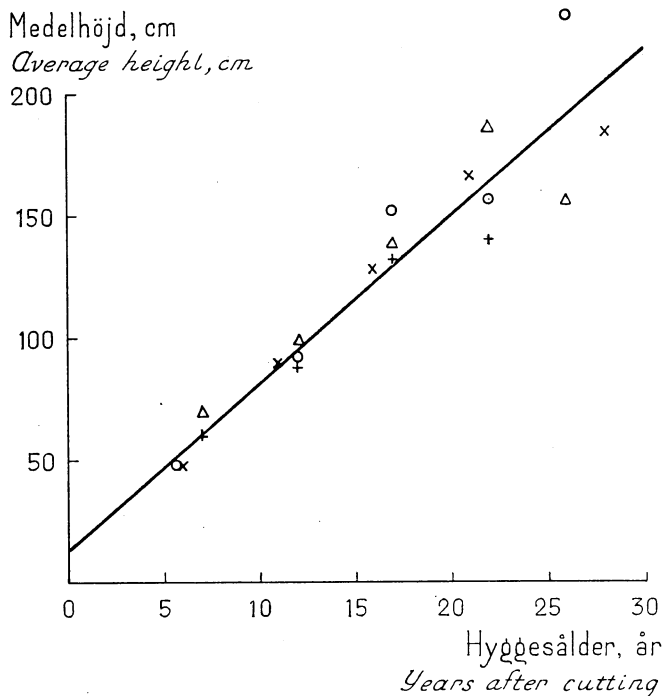


Fig. 30. Medelhöjdens utveckling med hyggesåldern för beståndsföryngring av barrträdsplanter (jfr text till fig. 29).
Correlation between average height and years after cutting for stand regeneration of coniferous plants (cf text fig. 29).

Intet inflytande av vegetationstypen kunde säkerställas. — En bild av funktionens gång genom materialets gruppmedeltal visas i fig. 30.

Nyföryngring av björkplantor

Plantmedelhöjden visar hos nytillkomna björkplantor mycket stark variation och korrelationen med hyggesåldern blir därför relativt svag. Till en del torde björkens ojämna höjder förklaras därav, att nyföryngringen delvis består av stubbskott med annan höjdutveckling än fröplantor.

Den framställda funktionen fick följande form:

$$y = 25,68 \frac{A}{10} (1 + 0,69 I) \dots\dots\dots (21)$$

varest vegetationstypsindex I bör ges följande värden, nämligen för:

$$L + LF + F_f + FS_f = -0,2582,$$

$$F_r + FS_r + S_f + S_r = +0,2694.$$

Konstanterna ha följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
25,68	0,04	0,17
0,69	0,18	26,15

Medelhöjd, cm
Average height, cm

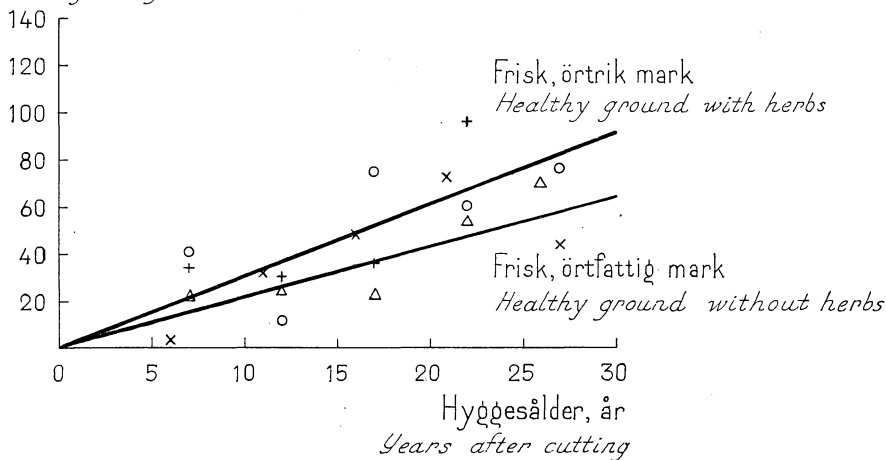


Fig. 31. Medelhöjdens utveckling med hyggesåldern för nyföryngring av björkplantor (jfr text till fig. 29).

Correlation between average height and years after cutting for new regeneration of birch plants (cf text fig. 29).

Spridningen nedsattes genom korrelationen till 91,82 % av det ursprungliga värdet.

Vegetationstypen har ett tydligt och signifikativt inflytande på björkföryngringens höjd. Genomsnittligt högre höjder anträffas sålunda vid samma hyggesålder på alla örtrika vegetationstyper samt på den starkt fuktiga, örtfattiga typen S_f .

En bild av funktionens gång genom materialets gruppmedeltal visas i fig. 31.

Beståndsföryngring av björkplantor

För beståndsföryngringen erhöles följande funktion för plantmedelhöjden:

$$y = 157,97 \frac{A}{10} \dots \dots \dots (22)$$

Konstanten har följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
157,97	3,54	2,24

Spridningen nedsättes genom korrelationen till 76,16 % av det ursprungliga värdet.

Intet inflytande av vegetationstypen kunde säkerställas. — En bild av funktionens gång genom materialets gruppmedeltal visas i fig. 32.

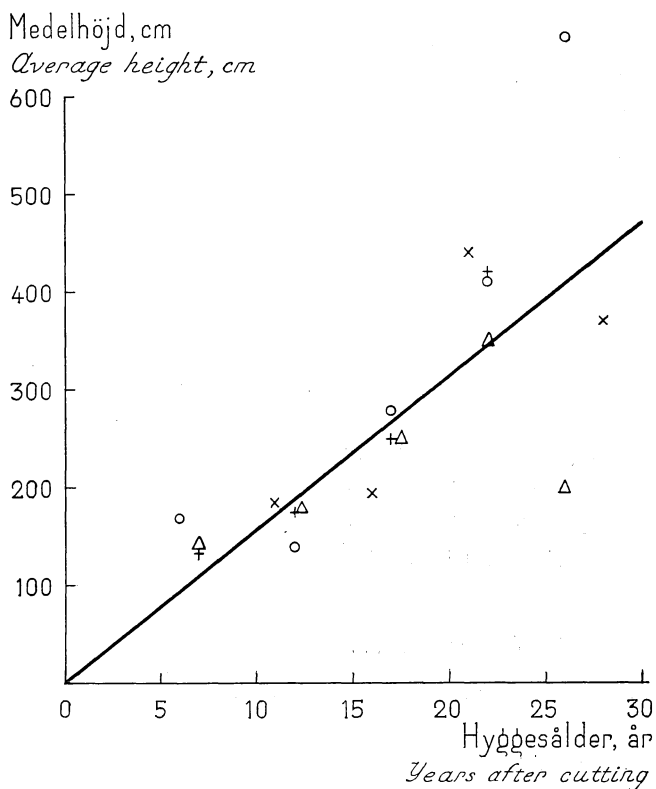


Fig. 32. Medelhöjdens utveckling med hyggesåldern för beståndsföryngring av björkplantor (jfr text till fig. 29).

Correlation between average height and years after cutting for stand regeneration of birch plants (cf text fig. 29).

VII. Planthöjdens frekvensfördelning

Vid tilltagande hyggesålder ökar spridningen i höjd, genom att de äldre plantorna tillväxa och nya småplantor tillkomma. Höjden utvecklar sig vidare olika för olika trädslag, bland annat avviker björken något från barrträden. Liknande skillnader råda även mellan nyföryngring och beståndsföryngring. Fördelningen påverkas därjämte av fröträdsförekomsten och

sannolikt, ehuru i mindre grad, av vegetationstypen och höjden över havet. Frågan om höjdens frekvensfördelning utgör på grund av alla dessa inflytelser ett i hög grad sammansatt problem, som för en utförlig behandling skulle kräva ett betydligt större material än det föreliggande.

Höjdfördelningarna skola i detta kapitel huvudsakligen tjäna beskrivande ändamål. De enskilda hyggena äro därvid, liksom i fråga om plantantalets fördelning, i regel alltför små enheter för att vara av större värde. Hyggena sammanföras därför i grupper på sätt nedan visas. De så framställda frekvensfördelningarna känneteckna grupperna med de medelvärden, som de olika för fördelningen betydelsefulla variablerna enligt materialets sammansättning ha inom desamma. För illustrationsändamål torde dessa fördelningar vara tillräckliga. Innan dessa frågor vidare avhandlas, skall emellertid först höjdfördelningarnas störning beröras.

Störningen. Av skäl som närmare utvecklas i kapitel IX var det önskvärt att behandla höjdfördelningen på ett med plantantalets fördelningen analogt sätt. Därför ha höjderna prickats i klasser om en halv meters vidd, varigenom höjdfördelningen omvandlas till en diskontinuerlig frekvensfördelning av samma typ som plantantalets. Därmed kan också störningen beräknas för höjdens frekvensfördelningar. Det är visserligen icke säkert eller ens sannolikt att detta tillvägagångssätt varit det bästa, om frågan endast gällt höjdfördelningen. På grund av den eftersträfvade analogien med behandlingen av plantantalet har det likväl här blivit använt.

Störningen i höjdfördelningarna har beräknats för varje enskilt hygge på samma sätt som vid antalsfördelningarna. Medelvärdet av störningen q blev för:

$$\begin{aligned} \text{barrträdsplantor} & \dots\dots\dots = +1,205, \\ \text{barrträds- och björkplantor} & \dots\dots\dots = +1,863. \end{aligned}$$

Björkplantorna bidra således kraftigt till den för återväxterna karakteristiska ojämnheten i höjd. Även för barrträdsplantorna ensamt är emellertid störningen synnerligen stark och tyder på en avsevärd avvikelse från Poissonfördelningen. Det förutskickas här att planthöjden prickad i halvmetersklasser tämligen väl följer denna fördelning, förutsatt att plantorna såsom t. ex. i en plantering äro lika gamla och ej hindrats i sin höjdtutveckling. Den stora höjdstörningen torde därför väsentligen bero på de naturliga förnyringarnas olikåldrighet och i vissa fall på rubbningar i höjdtillväxten (undertryckning), förorsakade av den starka gruppställningen.

Då höjdstörningen och dess samband med olika faktorer icke ha direkt betydelse för fortsättningen, lämna vi denna fråga och övergå till frekvensfördelningarna.

Planthöjdens fördelning i hyggesåldersgrupper. En relativt god föreställning om planthöjdens frekvensfördelningar torde kunna erhållas av det i hyggesåldersgrupper sammanprickade råmaterialet. De återges i tab. 19, dels i absoluta, dels i relativa tal. Nyföryngring av björkplantor har därvid delats på de två vegetationstypsgrupper, som enligt kap. VI visat olika höjduveckling. Beståndsföryngring av björkplantor förekommer ej i så stor omfattning, att frekvensfördelningar kunna anges. Innan tab. 19 framställdes, undersöktes de olika åldersgruppernas fördelningar inom olika höjdlägen. De iakttagna skillnaderna voro emellertid relativt små, varför plantorna i samtliga höjdlägen sammanprickades.

ENEROTHS funktion återger mycket väl även höjdens frekvensfördelningar såsom framgår av tab. 20, där en jämförelse mellan materialets observerade och de med funktionen beräknade, relativa frekvenserna för barrträdsplantor kan göras. Ett särskilt Q^2 -värde har beräknats ur materialets frekvenser för varje hyggesåldersgrupp. På grund av sammanprickningen av hyggen med olika ålder blir Q^2 väsentligt större än genomsnittet för enskilda hyggen. Inom ett sådant sprider sig planthöjden följaktligen icke så starkt som synes framgå av fördelningarna i tab. 19 och 20. Några exempel på höjdfördelningen inom enskilda hyggen skola nedan visas. Dessförinnan utnyttja vi emellertid tab. 19 till en beräkning över den ungefärliga procent av plantantalet, som i olika hyggesåldersgrupper kan beräknas befinna sig ovan brösthöjd.

Procenttal plantor ovan brösthöjd. Genom att i tab. 19 successivt addera klassfrekvenserna upprättades summakurvor för nyföryngring resp. beståndsföryngring av barrträdsplantor. På de för hand utjämnade kurvorna avlästes procenttalet plantor med en höjd lika med eller överstigande 1,3 m. Procenttalen utjämnades över hyggesåldern och avläsning gjordes vid hela femtal år. Resultatet anges i tab. 21, som tillsammans med tab. 14 möjliggör en grov orientering över antalet barrträdsplantor ovan brösthöjd för de olika kombinationer av nyföryngring och beståndsföryngring, som erhållas ur den senare tabellen. Sålunda erhållas exempelvis för en höjd över havet = 200 m, 30 fröträd per ha och 15 års hyggesålder:

Nyföryngring.....	6451 · 0,028 = 181
Beståndsföryngring.....	2192 · 0,315 = 690
	<u>Summa 871</u>

d. v. s. $871/(6451 + 2192) = 10,1$ % av totala plantantalet. Det bör observeras, att detta procenttal är approximativt, framför allt emedan tab. 21 grundar sig på de i tab. 19 för femåriga åldersgrupper hopsummerade frekvensfördelningarna.

Planthöjdens fördelning inom enskilda hyggen. ENEROTH (1945, fig. 10, 13—20) har tidigare visat den utmärkta överensstämmelsen mellan hans funktion och plantantalets observerade frekvenser i enskilda naturliga föröngingar. Det torde vara av intresse att här demonstrera motsvarande överensstämmelse beträffande planthöjdens frekvensfördelning. För detta ändamål ha 10 st. relativt plantrika hyggen utvalts och ENEROTHs funktion anpassats till dessa med hjälp av varje hygges medeltal och störning. Överensstämmelsen mellan observerade och beräknade frekvenser för barrträds-

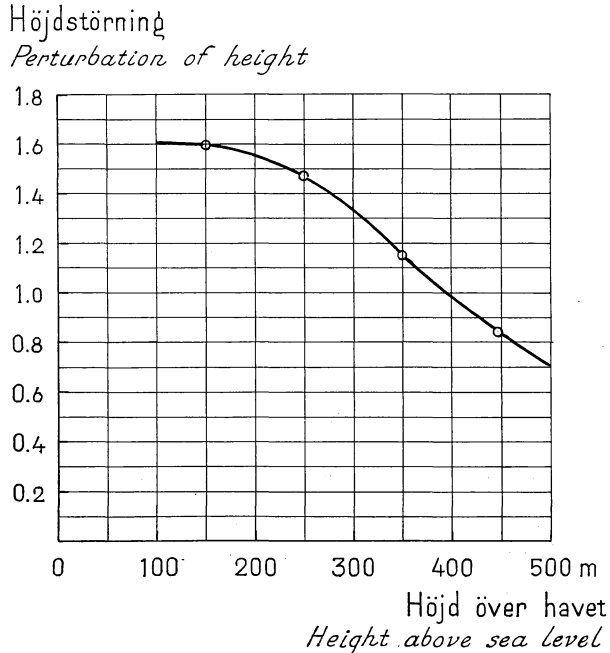


Fig. 33. Medeltal av höjdstörningen på olika höjd över havet. Barrträdsplanter.
Average perturbation of height at different altitudes. Coniferous plants.

planter kan närmare studeras i tab. 22. Den är i allmänhet utomordentligt god såväl för hyggen med låga medeltal som för hyggen med utvalt höga sådana.

Planthöjdens fördelning inom enskilda hyggen påverkas väsentligt av återväxtens sammansättning av nyförönging och beståndsförönging, vilken avsevärt ändras med höjden över havet. För att erhålla en uppfattning om planthöjdens fördelning inom ett genomsnittligt hygge vid olika hyggesålder och höjd över havet ha för barrträdsplanter följande beräkningar utförts.

Medeltal av de enskilda hyggenas höjdstörningar ha beräknats inom olika höjdlägen och sammanbundits med en kroklinje, fig. 33. Höjdstörningen

Medelhöjd enligt klassindelning, klassenheter
Average height of classified data, class units

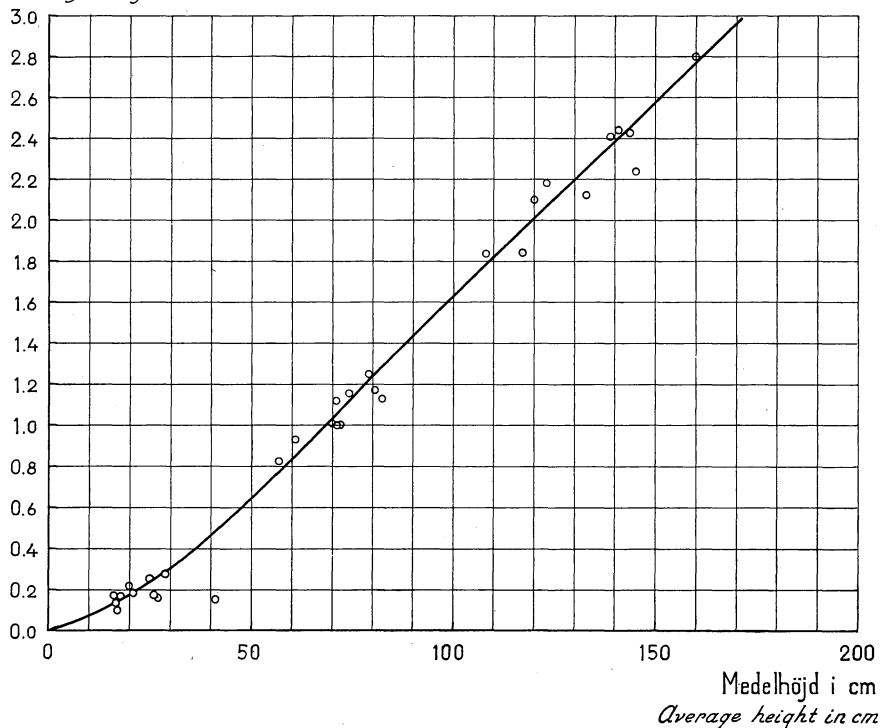


Fig. 34. Sambandet mellan plantmedelhöjd i cm och d:o i klassenheter. Barrträdsplantor.

Correlation between plant height in cm and in class units respectively. Coniferous plants.

sjunker med stigande höjd över havet, vilket framför allt beror på den samtidigt ökande relativa andelen av beståndsföryngring i återväxterna. Beståndsföryngringen enbart har lägre höjdstörning än nyföryngringen vid samma hyggesålder, vilket förklarar kurvans gång.

Därefter utvaldes 30 st. planrika hyggen med olika plantmedelhöjd. Den verkliga i cm uppmätta medelhöjden avsattes i fig. 34 på abskissan, medan motsvarande medelhöjd enligt klassindelningen i halvmetersklasserna 0, 1, 2 ... o. s. v. avsattes som ordinata. Efter grafisk utjämning erhöles sålunda den i fig. 34 angivna linjen. På denna kan för viss medelhöjd i cm den motsvarande medelhöjden i klassenheter avläsas. — Undersökningens huvudsakligen belysande syfte har i fråga om fig. 33 och 34 ej ansetts motivera den arbetskrävande numeriska utjämningsmetodik.

Med hjälp av funktionerna (19) och (20) kunna nu nyföryngringens resp. beståndsföryngringens medelhöjder vid olika hyggesåldrar beräknas. Ur tab.

14 erhålles antalet plantor vid olika värden på hyggesålder, höjd över havet och antal fröträd. På grund av dessa uppgifter kunna nyföryngringens och beståndsföryngringens höjder sammanvägas till ett gemensamt medeltal för varje ur tab. 14 utvald kombination av förutsättningar. Ovannämnda beräkningar ha utförts för 30 fröträd per ha, 150, 250, 350 och 450 m ö. h. samt

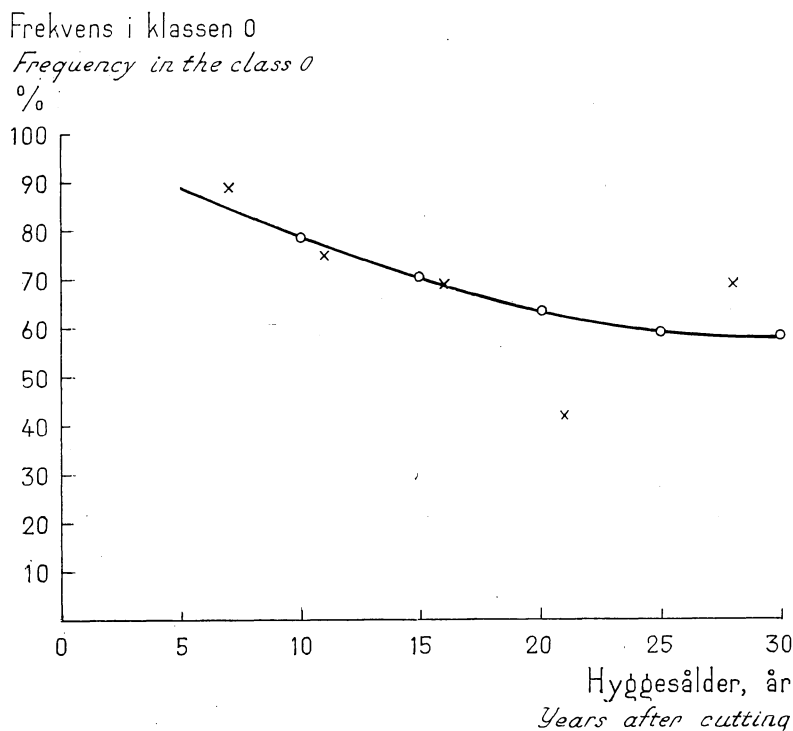


Fig. 35. Beräknat och observerat procenttal plantor under 0,5 m höjd för hyggen av olika ålder. Barrträdsplantor, 100—199 m ö. h.
Calculated and observed percentage of plants less than 0,5 m in height for clear cuttings of different ages. Coniferous plants, 100—199 m above sea level.

hyggesåldrarna 10, 15, 20, 25 och 30 år. De erhållna medelhöjderna för barrträdsplantor omfördes från cm till klassenheter med hjälp av fig. 34. Värdet på höjdstörningen togs ur fig. 33. På grundval av de så erhållna uppgifterna kunna hela frekvensfördelningarna beräknas medelst funktionen (18). Här ha emellertid beräkningarna inskränkts till frekvensen i o-klassen (planthöjd = 0—49 cm), som är den största.

De beräknade o-klassfrekvenserna kunna jämföras med motsvarande frekvenser för det i åldersgrupper sammanprickade materialet, uppdelat i höjdlägesgrupperna 100—199, 200—299, 300—399 och 400— m ö. h. Dessa för-

delningar äro naturligtvis icke representativa för exakt 150, 250 o. s. v. m ö. h., men torde likväl vara användbara för ändamålet. En mera betydelsefull avvikelse torde vara att vänta på grund av den skillnad i höjdstörning, som enligt vad förut nämnts råder mellan det i grupper sammanprickade materialet och medeltalet för enskilda hyggen inom motsvarande grupper.

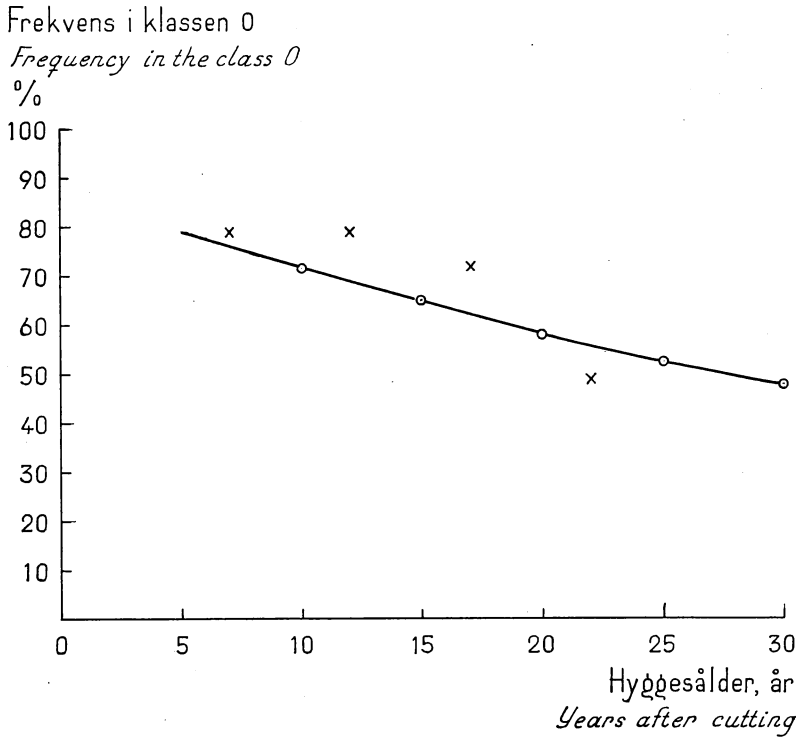


Fig. 36. Barrträdsplantor, 200—299 m ö. h. Se text till fig. 35.
 Coniferous plants, 200—299 m above sea level. Cf. text fig. 35.

Den faktiskt förefintliga skillnaden framgår av följande tablå, i vilken vi för tillfället beteckna det med plantantalet vägda medelvärden av de enskilda hyggenas höjdstörning med q_m och det likaså med plantantalet i olika hyggesåldersgrupper vägda medelvärden av höjdstörningen inom det i hyggesåldersgrupper sammanprickade materialet med q_s .

Höjdläge:	100—199	200—299	300—399	400—	m ö. h.
q_m	1,5882	1,4625	1,1632	0,8528	
q_s	1,7330	1,6273	1,4499	1,1905	
q_s/q_m	1,09	1,11	1,25	1,40	

Av tablans värden för q_s/q_m framgår, att betydande avvikelser äro att vänta i de högre lägena mellan råmaterialets sammanprickade frekvensfördelning och den genomsnittliga fördelningen inom ett enskilt hygge. Hur jämförelsen mellan procenttalen plantor i 0-klassen utfaller kan närmare studeras i fig. 35—38, som är denna detaljundersöknings slutresultat. Avvikelserna äro tämligen obetydliga upp till 299 m ö. h. Skillnaden är däremot

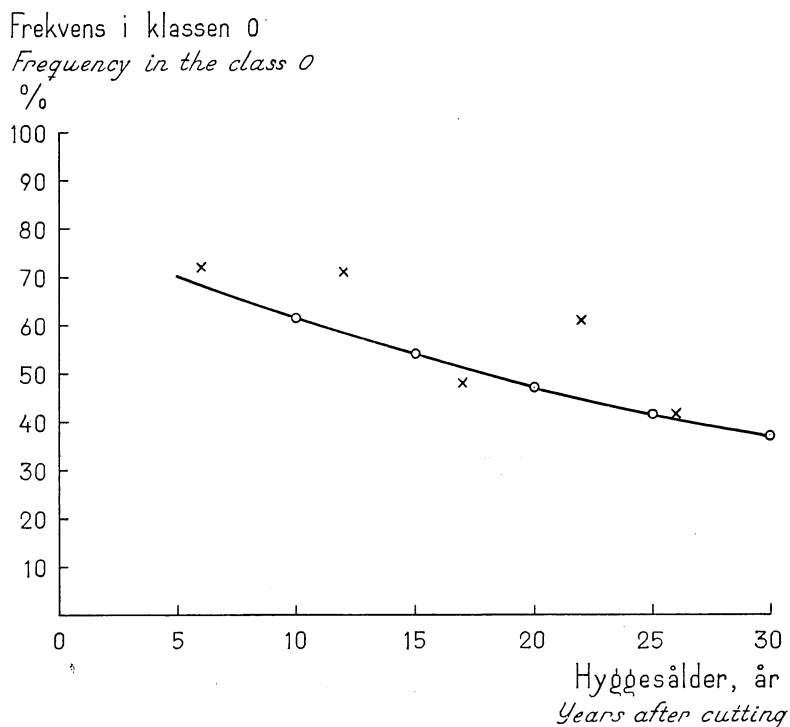


Fig. 37. Barrträdsplantor, 300—399 m ö. h. Se text till fig. 35.
Coniferous plants, 300—399 m above sea level. Cf. text fig. 35.

fullt tydlig i höjdläget 300—399 m ö. h. och högst betydande i höjdlägen ovan 400 m ö. h. Skillnaden går i den riktning som på teoretiska grunder kan förutsägas och dess storlek överensstämmer väl med vad man har att vänta enligt ovanstående tablå. Endast för höjdläget 400 m och däröver är skillnaden något större än väntat, vilket förklaras av att nyföryngringens höjd i detta höjdläge överskattas av funktionen (19). Avvikelsen är emellertid ej så stor, att den ansetts motivera en särskild korrektion.

De frekvensfördelningar, som på ovan beskrivet sätt kan framställas med hjälp av tab. 14 eller motsvarande funktioner, funktionerna (19) och (20) samt fig. 33 och 34, avse att gälla ett enskilt, genomsnittligt hygge

under de antagna förutsättningarna. Det torde vara av intresse att ytterligare pröva dessa på långa omvägar erhållna fördelningar. Detta kan ske t. ex. genom att beräkna procenttalet plantor ovan brösthöjd och jämföra detta med motsvarande procenttal enligt den på enklare sätt framställda tab. 21. Vi finna för 15 år, 30 fröträd och 150 m ö. h. enligt den genomsnittliga fördelningen för enskilda hyggen 8,5 % av plantantalet ovan brösthöjd.

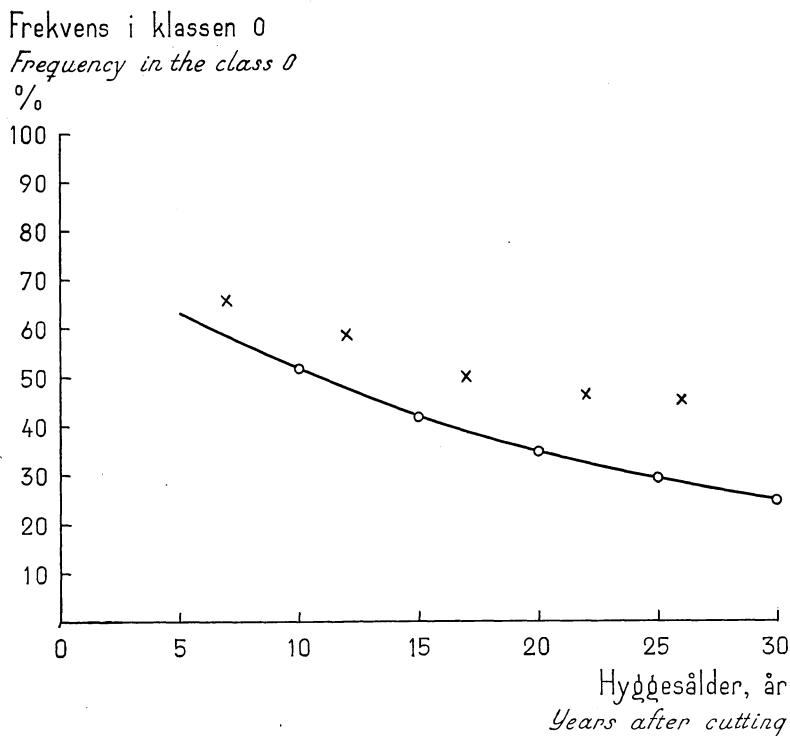


Fig. 38. Barrträdsplantor, 400— m ö. h. Se text till fig. 35.
Coniferous plants, 400— m above sea level. Cf. text fig. 35.

Motsvarande siffra enligt tab. 21 och tab. 14 är 8,7 %. För 15 år, 30 fröträd och 450 m ö. h. erhålles siffran 21,0 % att jämföra med 19,6 % enligt tab. 21 och 14. Överensstämmelsen är utomordentligt god. De sistnämnda tabellerna synas därför kunna användas till approximativa beräkningar även för enskilda hyggen.

VIII. Planttypens utveckling

Som tidigare angivits (sid. 12) ha plantorna indelats i klasser, huvudtyper och undertyper samt åsatts växtlighetsindex. Samtliga dessa på observationer grundade omdömen ha sammanfattats i det s. k. viktindex (sid. 18).

Detta avser att ge ett uttryck åt det värde, som plantan enligt de angivna principerna för klass- och typindelningen m. m. kan anses ha såsom medlem av återväxten. Vi skola i detta kapitel närmare undersöka storleken av viktindex och hur det utvecklar sig med stigande hyggesålder inom olika plantgrupper.

Nyföringring av barrträdsplantor

Viktindex växlar för olika plantor inom samma hygge och vegetationstyp från värdet 1,0 till något lägsta värde, som dock i intet fall understiger 0,1. Spridningen är följaktligen alltid mycket stor och inga korrelationer kunna tänkas medföra synnerligen stark sänkning av densamma. I medelvärdena för de olika vegetationstypsenheterna framträder likväl för nyföringring av barrträdsplantor ett mycket klart samband med hyggesåldern. En korrelation med denna (varvid antalet plantor använts som vikter) gav följande funktion till resultat:

$$y = 1,0000 - 0,0783 \frac{A}{10} + 0,0119 \left(\frac{A}{10} \right)^2 \dots\dots\dots (23)$$

A betyder som förut hyggesåldern. Då mycket små, unga plantor, t. ex. groddplantor och några få år gamla plantor ej kunna ges annat viktindex än 1,0, måste funktionen för $A = 0$ anta värdet $y = 1,00$. Vid korrelationen har detta villkor medtagits.

I funktionen (23) ha konstanterna följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
1,0000	0,0000	0,00
-0,0783	0,0090	11,45
0,0119	0,0042	35,18

Den ursprungliga spridningen i y utgjorde $s_y = 0,354$, som genom korrelationen sänkts till $S_y = 0,343$ eller 96,89 % av s_y .

Funktionens gång genom materialets gruppmedeltal visas i fig. 39. Som därav framgår försämras planttypen oavbrutet med stigande hyggesålder. Till icke ringa del torde detta vara en följd av de äldsta plantornas utveckling mot förvuxenhet, vidkronighet och grovgrenighet.

Beståndsföringring av barrträdsplantor

Motsvarande beräkningar ha för beståndsföringringen givit följande resultat, varvid som naturligt är intet villkor förekommit i normalekvationerna.

$$y = 0,7590 + 0,0456 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (24)$$

I funktion (24) ha konstanterna följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
0,7590	0,0162	2,13
0,0456	0,0104	22,78

Den ursprungliga spridningen S_y har nedsatts till 0,298 eller 96,75 % av s_y . Funktionen gång genom materialets gruppmedeltal kan ses i fig. 40.

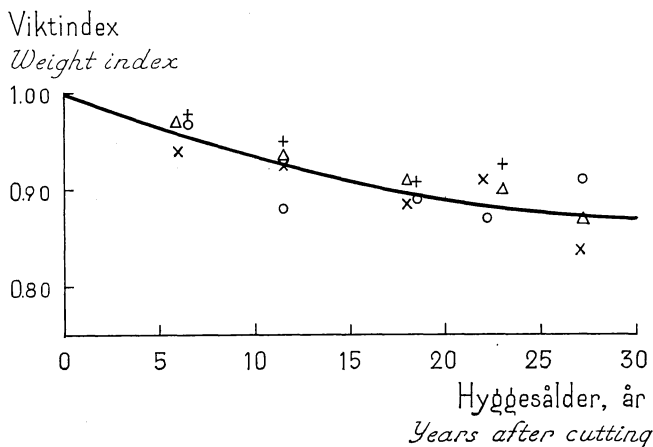


Fig. 39. Nyföryngring av barrträdsplanter. Sambandet mellan viktindex och hyggesålder.

New regeneration of coniferous plants. Correlation between weight index and years after cutting.

- x = 100—199 m ö. h.; m altitude
- + = 200—299 m » » m »
- o = 300—399 m » » m »
- Δ = 400— m » » m »

Denna visar att beståndsföryngringens medeltyp i motsats till nyföryngringens förbättras med stigande hyggesålder. Detta synes på det hela taget vara naturligt, eftersom marbuskarna i genomsnitt torde se sämst ut genast efter huggningen, för att sedan, i den mån de komma i god växt, anta ett bättre och mera normalt utseende.

Nyföryngring av björkplanter

Spridningen hos viktindex är här så stor och oregelbunden, att ingen prövd korrelation medfört nämnvärd nedsättning därav. En någorlunda god anpassning uppnås genom funktionen:

$$y = 1 - 0,1274 \frac{A}{10} + 0,0257 \left(\frac{A}{10}\right)^2 \dots\dots\dots (25)$$

Denna funktion användes i fortsättningen endast därför, att den för $A = 0$ ger viktindex = 1 och för hyggesåldrar över 10 förlöper i närheten av medeltalet. Den gör således intet våld på materialet, men uppfyller de formella fordringar, som måste ställas på sambandet i fråga. Liksom för nyföryngring av barrträdsplanter försämras även björkplantornes typ med stigande

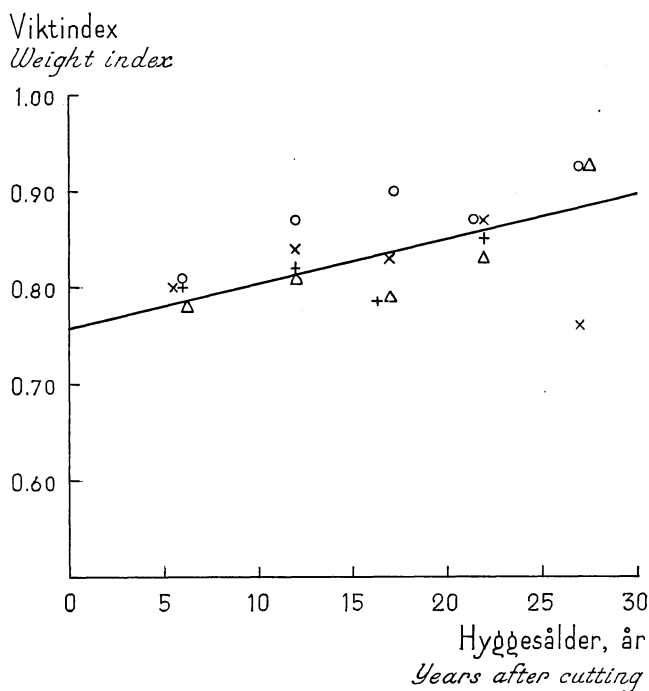


Fig. 40. Beståndsföryngring av barrträdsplanter. Sambandet mellan viktindex och hyggesålder. Jfr fig. 39.
Stand regeneration of coniferous plants. Correlation between weight index and years after cutting. Cf. fig. 39.

hyggesålder. Försämringen är tydlig endast under de första 10 åren. Den svaga förbättring av planttypen, som funktionen ger för hyggesåldrar över 25 år, är osäker och bör ej betraktas som bevisad.

Beståndsföryngring av björkplantor

Dessa förekomma endast sparsamt och visa intet säkert samband med hyggesåldern. En svag tendens till fallande viktindex med stigande hyggesålder kan likväl skönjas, såsom framgår av funktionen:

$$y = 0,8261 - 0,0279 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (26)$$

vari dock lutningskoefficienten är osäker. På grundval av detta material kan därför intet uttalande göras om hur viktindex förändras med hyggesåldern. I den mån viktindex för beståndsföryngring av björkplantor erfordras, bör därför medeltalet 0,7867 användas. Detta värde erhålles ur (26) genom att sätta in $A = 14,1$.

Det är emellertid mycket sannolikt att man på ett större material skulle kunna fastställa indexvärdets negativa utvecklingsriktning. Detta skulle innebära, att beståndsföryngring av björk utvecklar sig till det sämre med stigande hyggesålder i motsats till beståndsföryngring av barrträdsplantor — huvudsakligen gran — vars genomsnittliga typ förbättras med tiden.

*

Planttypens utveckling för de olika plantkategorierna åskådliggöres i tab. 23, varest viktindex finnes uträknat enligt funktionerna (23), (24) och (25) för varje hyggesåldersår från 0 till 30 år. Det framgår av tabellen, att nyföryngring av björkplantor genomgående har en sämre typ än nyföryngring av barrträdsplantor samt att beståndsföryngring av barrträdsplantor först vid hyggesåldrar över 25 år hunnit anta en med nyföryngringen jämförbar typ.

Ytterligare undersökningar av viktindex

För ändamål, som närmare avhandlas i kap. IX, är det av intresse att veta, huruvida viktindex inom samma hyggesåldersgrupp avsevärt förändras med höjden över havet eller med plantornas medelhöjd.

Den första frågan undersöktes genom beräkning av medelvärden för viktindex i de olika hyggesåldersgrupperna 0—9, 10—14 år o. s. v. inom varje höjdläge. Åldersgrupperna visade ungefär samma medelindex i alla höjdlägen. Efter sammanslagning av alla åldersgrupper erhöles de medelindexvärden, som uppförts i tab. 24. Eftersom ett starkt samband råder mellan höjden över havet och plantantalet per ha, torde man vara berättigad till slutsatsen, att viktindex är oberoende av såväl höjden över havet som i stort sett även av plantantalet per ha.

Planthöjdens inflytande på viktindex undersöktes genom beräkning av medelindexvärden i planthöjdsgrupperna 0—24, 25—49, 50—74 cm o. s. v. Resultatet av undersökningen för höjdläget 200—299 m framgår av tab. 25, vilken torde berättiga till slutsatsen, att viktindex praktiskt taget är oberoende av planthöjden. Den tendens, som synes framträda för beståndsföryngring av björkplantor, spelar i och för sig ingen roll och torde för övrigt på grund av materialets ringa omfattning vara osäker.

Vegetationstypens eventuella inverkan på viktindex har ej särskilt undersökts.



Fig. 41. Skogsbeta i en 1928 utförd tallsådd. Nyby.
Cattle grazing in a pine seeding of 1928.

S.F.I:s saml., 1940.

Betesskador

Som nämnts på sid. 15 antecknades betet såsom orsak till skador och deformerings på plantorna, så ofta skäl härför uppenbarligen syntes föreligga. De gjorda observationerna äro visserligen otillräckliga för ett riktigt omdöme om betets roll som skadeorsak i föryngringarna. Det torde nämligen icke vara möjligt, att av betesskadornas omfattning inom det kvarlevande plantbeståndet dra säkra slutsatser om storleken av den skada, som betet kan ha åstadkommit genom att förhindra uppkomsten av plantor. Ej heller kan den gynnsamma roll, som kreaturen eventuellt spela genom att hålla gräs och lövsly nere, på rätt sätt uppskattas. Råmaterialets siffror på procenten betesskadade plantor torde icke desto mindre vara av ett visst intresse. De äro säkerligen korrelerade med totalskadegörelsen och torde åtminstone kunna betraktas som en minimiuppskattning av denna.

I tab. 26 har procenttalet såsom betesskadade bokförda plantor uppförts, fördelat på höjdlägen och hyggesåldersgrupper. Av tabellen kan utläsas, att nyföryngring av barrträdsplantor skadats ungefär lika ofta som beståndsföryngring, utom i höjdläget 100—199 m ö. h., där skadefrekvenserna på nyföryngringen är större. För nyföryngringen synas skadorna kulminera



S.F.I:s saml., 1939.

Fig. 42. Föryngring från år 1914, förstörd av getbetning. Junsele.
Regeneration from 1914 destroyed through goat grazing.

vid en hyggesålder av mellan 10 och 20 år inom de lägre höjdlägena. I de högre framträder kulminationen mindre tydligt.

Nyföryngring av björkplantor har skadats i avsevärt högre grad än nyföryngring av barrträdsplantor. Medeltalen vid lika areal inom alla hyggesåldrar äro inom de fyra höjdlägena följande:

	Barrtr.pl.	Björkpl.
100—199 m ö. h.	5,3 %	9,4 %
200—299 » » »	2,0 %	15,5 %
300—399 » » »	2,6 %	11,4 %
400— » » »	1,3 %	8,3 %

Skadorna på björkplantorna visa i de lägre höjdlägena samma tendens att kulminera mellan 10 och 20 års hyggesålder, som kan iakttagas beträffande barrträdsplantorna. Liksom för dessa blir kulminationen mindre tydlig inom höjdläget 300—399 m ö. h. och har ovan 400 m ö. h. förskjutits mot de högsta hyggesåldrarna. — Beståndsföryngring av björkplantor förekommer mycket sparsamt och siffrorna för denna plantkategori påverkas därför synnerligen starkt av rena tillfälligheter.

De slutsatser, som kunna dras av de framlagda siffrorna för barrträds-

och björkplantor, äro av förut anförda skäl mycket begränsade. De torde i huvudsak inskränka sig till följande. Björkföryngringen är avsevärt mera betesskadad än barrskogsföryngringen, vilket väl till stor del beror på att björken är mera begärlig för kreaturen än barrskogsplantorna. Ett flertal hägnadsförsök på olika hyggen ha visat en förbluffande ökning av björkplantornas antal och tillväxt inom det fredade området i jämförelse med det betade hygget utanför hägnaden.

Vidare torde man kunna anta, att betesskadornas frekvens i allmänhet sjunker med stigande höjd över havet. Sannolikt sammanhänger detta med minskat antal kreatur per arealenhet skogsmark i de högre lägena. Tillfälligheter åstadkomma emellertid lätt lokala avvikelser från denna allmänna tendens. Närhet till stora byar, särskilt sådana, där får och getter hållas, medför bl. a. nästan alltid en kraftig ökning av betesskadorna.

Av skadefrekvensens ändringar med hyggesåldern synes det vara mera vanskligt att dra bestämda slutsatser. På de unga hyggena äro plantorna små och skadorna svåra att iakttaga. Betesskadorna på småplantorna skilja sig också mindre från andra skador än vad fallet är på något större plantor. Det är därför möjligt, att den låga betesskadefrekvensen i de yngre hyggesåldrarna huvudsakligen är skenbar. Däremot kan det vara rimligt, att skadefrekvensen minskar i de högre åldrarna. De äldre hyggena torde i allmänhet erbjuda sämre betesmöjligheter än de yngre, bland annat emedan återväxterna i de lägre höjdlägena börjat sluta sig på de förra hyggena. Gamla betesskador läka småningom igen och nya uppkomma i minskad omfattning, dels av nyssnämnda skäl, dels också emedan plantorna delvis växa in i höjder, där de undgå skador.

Beträffande »övriga trädslag» kunna följande medeltal för procenten betesskadade plantor vid lika areal inom de olika hyggesåldersklasserna anges:

Aspplantor	17,3 %
Alplantor	5,0 %
Sälplantor	42,9 %
Rönnplantor	23,8 %

Siffrorna synas tyda på att asp, säl och rönn i ännu högre grad än björk äro utsatta för skadegörelse genom betning.

IX. Om jämförelser mellan olika återväxter

Det har tidigare framhållits (sid. 23), att föryngringsresultatet rättvist mätes av markvärdet vid föryngringstidens början och att detta därför är en riktig grundval för jämförelser mellan olika återväxter i ett ekonomiskt skogsbruk. Å andra sidan är det uppenbart, att vår kännedom om olika åter-

växterns framtida värdeproduktion i allmänhet ännu är alltför otillräcklig för ekonomiska jämförelser av detta slag. Särskilt gäller detta naturliga förnygringar av den struktur och beskaffenhet, som det är fråga om i denna uppsats. Sådana återväxter ha tidigare praktiskt taget aldrig förekommit i Norrland. De äldre bestånden ha där så gott som undantagslöst uppkommit efter skogseld. Utan tvivel är det därför av vikt, att dessa återväxter på grund av deras säregna struktur och allmänna förekomst beaktas vid framtida produktionsundersökningar.

Både med hänsyn till svårigheterna vid ett ekonomiskt bedömning av återväxterna och på grund av den brådskande förnygringssituationen i Norrland synes det vara önskvärdt att finna utvägar till ett så vitt möjligt enkelt, sammanfattande omdöme om åtminstone de viktigaste av en förnygrings många olika egenskaper. Detta omdöme måste naturligtvis grunda sig på iakttagelser i förnygringarna. I kap. IV—VIII ha en del av återväxternas egenskaper behandlats. På denna framställning böra vi i fortsättningen bygga, men den måste sammanfattas och koncentreras för att kunna tjäna de praktiska syften vi nu skola avhandla.

Professor O. ENEROTH (1945) har tidigare varit inne på liknande tankegångar. Han närmade sig problemet med utgångspunkt från slutenhetsbegreppet. En förnygring har t. ex. slutenhetsgraden 0,7, när den vid en taxering visar sig innehålla $1,0 - 0,7 = 0,3$ eller 30 % nollytor. Taxeringen bör därvid utföras med ytor av en viss storlek, som bestäms av vad ENEROTH benämner »pretentionsnivån». Små provytor medföra i en viss förnygring större procent nollytor än stora, varför 30 % nollytor innebär tätare plantbestånd vid taxering med små provytor än med stora.

Vid den föreliggande undersökningen, vars huvudsyfte var den i kap. IV—VIII utförda analysen av förnygringarnas struktur och beskaffenhet, måste provytor av samma storlek användas. Intet skäl kunde andragas för en variabel ytstorlek, dels emedan undersökningen syftade längre än till enbart ett slutenhetsmått, dels emedan den rätta pretentionsnivån var och alltjämt är obekant för alla skiftande produktions- och avsättningslägen. Trots dessa avsevärda skillnader i utgångspunkt, om vilka för övrigt ENEROTH och förf. på sin tid voro fullt överens, skall det nedan visas, att den för oss båda gemensamma tankegången i väsentliga delar kan fullföljas och utvecklas på grundval av det här framlagda materialet.

Förnygringspopulationens viktigaste egenskaper

Intet tvivel torde väl råda om att plantantalet per hektar är en av de viktigaste egenskaperna att ta hänsyn till vid bedömningen av en förnygring. Möjligen kan det påstås, att på övre och inre Norrlands tallmarker

antalet plantor över en viss höjmgräns är ännu viktigare. Den frågan behöver här icke närmare dryftas. Ett önskemål i den riktningen kan för övrigt lätt, och säkert också i princip riktigare, tillgodoses genom viktindex än genom att helt utelämna en stor del av föryngringen. Det högre plantbeståndet rekryteras ju från det lägre, och detta bör därför icke vara alldeles värdelöst.

En strukturegenskap av väsentlig betydelse för föryngringarnas beskaffenhet är deras grad av gruppställdhet. Goda skäl torde finnas för uppfattningen, att produktionsförloppet blir gynnsammare och värdeproduktionen större, om föryngringarna äro jämnt fördelade över arealen, än om de äro ojämnt fördelade. Genom gallring kunna emellertid ojämna plantbestånd bibringas en avsevärt jämnare fördelning. Gruppställdhetens skogliga betydelse bör därför icke överdrivas.

En tredje egenskap av vikt är föryngringarnas ojämnhet i höjd. Även denna torde i regel ogynnsamt påverka produktionen. De förväxande vargarnas ofördelaktiga inverkan i bestånden är t. ex. väl bekant. Ännu större skada åstadkommes, när ett glest, kvalitativt undermåligt överbestånd delvis sluter sig och därigenom förhindrar stora mängder smärre plantor att göra sig gällande i produktionsprocessen.

Slutligen spelar plantornas beskaffenhet en viktig roll för produktionens ekonomiska resultat. Dåliga träd måste avlägsnas vid de beståndsvårdande huggningarna, för att bereda bättre utvecklingsmöjligheter för de goda. De dåliga träden ge därvid mindre utbyte än de skulle ha gjort, om de varit fullgoda. Ännu svårare förluster uppstå, om större delen av beståndets producerande träd är av dålig beskaffenhet.

Övannämnda fyra egenskaper hos återväxterna skola vi i det följande söka sammanfatta i ett enda omdöme. Detta bör vara objektivt och väl definierat till sin innebörd, samtidigt som det ur skoglig synpunkt så vitt möjligt bör ansluta sig till de skälighetskrav, som enligt vår nuvarande uppfattning böra ställas på föryngringar av olika slag. Det får betraktas som självklart, att omdömet i fråga får karaktären av en approximation, bl. a. emedan det måste innehålla både kvantitativa och kvalitativa element.

Dessutom bör tilläggas, att vi avsiktligt utelämna den tid det tar att uppnå ett visst föryngringsresultat och att följaktligen också plantornas absoluta storlek lämnas utan avseende. Ledning för bedömande av föryngringarnas utvecklingsstadium kan erhållas ur hyggesåldern, höjdkurvorna (kap. VI) och planthöjdens frekvensfördelningar (kap. VII).

Korrektionsfaktorer för plantornas fördelning över arealen

Plantantalet per hektar eller per yta av viss storlek skulle vara fullt tillfredsställande som grund för en jämförelse mellan två föryngringar, om plantorna stode fördelade över arealen på samma sätt, om deras höjder



S.F.I:s saml., 1942.

Fig. 43. Grupp av plantor i naturlig föryngring.
Cluster of plants in a natural regeneration.

vore fördelade på samma sätt och om deras beskaffenhet vore lika. Man torde t. ex. knappast vilja göra någon invändning mot påståendet, att två planteringar på samma mark, i samma förband, utan nollgropar och med samma planttyp äro fullkomligt jämförbara. De äro i själva verket fullkomligt lika, om vi ej sträcka våra fordringar på likhet längre än till de fyra egenskaper, som nämndes i förra avdelningen. Om detta gäller för återväxter i regelbundet förband, gäller det även andra fördelningar, som definieras av en bestämd frekvensfunktion med lika parametrar i de båda jämförda fallen.

Vi kunna emellertid gå ett steg längre. Låt oss för ögonblicket endast ta plantantalet och dess fördelning över arealen i betraktande — således utan

inblandning av plantornas storlek i diskussionen. Om två föryngringar äro lika täta, då deras plantfördelningar ha medeltalet m och även i övrigt lika parametrar, torde också nedanstående definition förefalla naturlig. Vi förutsätta, att föryngringarna följa en given frekvensfördelning, som vi kunna anta har högst två parametrar. Den ena är medeltalet m , den andra kan uttryckas i ett obenämnt tal och är alltså oberoende av skalan.

Man synes då kunna säga, att om två föryngringar ha medeltalen m resp. $c \cdot m$, medan den återstående parametern har samma värde i båda fallen, så är den senare föryngringen c gånger så tät som den förra, d. v. s. tätheterna äro proportionella mot medeltalen.

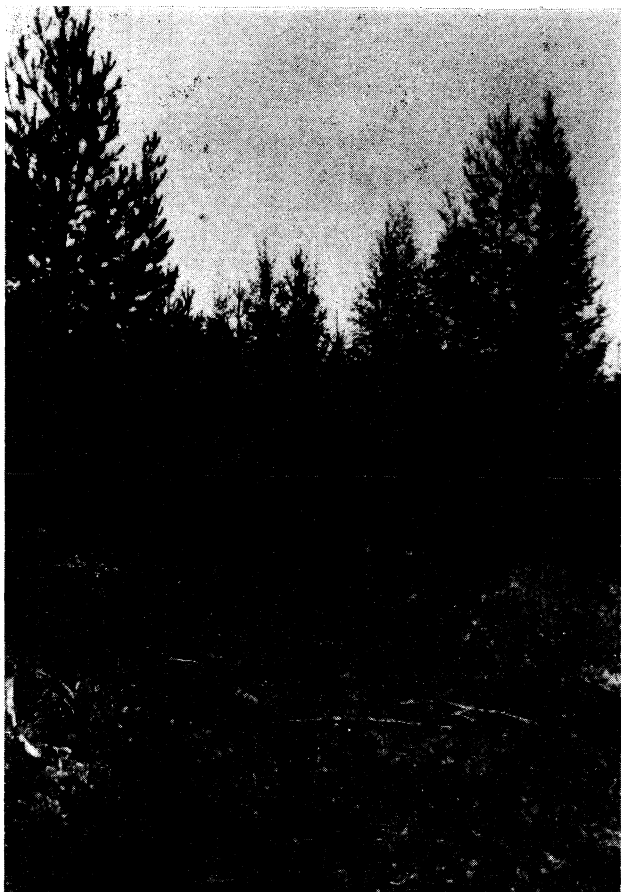
Särskilt självklar förefaller denna definition, då föryngringarnas fördelning beskrives av POISSONS funktion, som endast har parametern m . Om nämligen en POISSON-fördelad föryngring med medeltalet m_1 erhåller ett tillskott, så att medeltalet ökar med beloppet m_2 , är även summan POISSON-fördelad med medeltalet $(m_1 + m_2)$. I fråga om de ENEROTHS-fördelade naturliga föryngringarna är förhållandet likartat. När en dylik föryngring tättnar, sker detta i genomsnitt på ett sådant sätt (jfr. tab. 18), att fördelningstypen bibehålles och parametern ϱ förblir närmelsevis konstant. Med utgångspunkt härifrån kunna vi följaktligen i enlighet med definitionen betrakta tätheterna vid konstant störning som proportionella mot medeltalen.¹

Två ENEROTHS-fördelade föryngringar med samma medeltal äro således lika täta, endast om deras störningar äro lika. Om i den ena störningen är större än i den andra, är den förstnämnda starkare gruppställd än den sistnämnda, vilket föranleder oss att betrakta denna såsom ur skoglig synpunkt sämre.

Två frågor uppstålla sig nu för besvarande, nämligen:

1. Vilken konkret innebörd skola vi i detta sammanhang ge åt begreppen bättre och sämre?
2. Hur skall lämpligen godhetsgraden mätas?

¹ Följande kan här anmärkas. Summan av två oberoende, POISSON-fördelade variabler med medeltalen m_1 och m_2 är POISSON-fördelad med medeltalet $(m_1 + m_2)$. Summan av två oberoende ENEROTHS-fördelade variabler med medeltalen m_1 och m_2 samt störningen ϱ är däremot icke ENEROTHS-fördelad med medeltalet $(m_1 + m_2)$ och störningen ϱ . Detta är helt naturligt. Om vi betrakta formeln (16), representeras den varierande sannolikheten p av uttrycket $e^{-c\mu} \mu^{c-1}$. Vid addition av två oberoende variabler komma p -värdena i den ena fördelningen att regellöst sammanträffa med p -värdena i den andra fördelningen, varigenom en stark utjämning av p -värdenas variation uppstår i summan. Störningen för summan blir alltså lägre än för vardera av de summerade fördelningarna för sig. En summering av detta slag kan naturligtvis icke förekomma i verkligheten. På hyggena förblir tvärtom markens sannolikhetsmönster i det närmaste konstant och utjämnas endast obetydligt och långsamt med stigande hyggesålder.

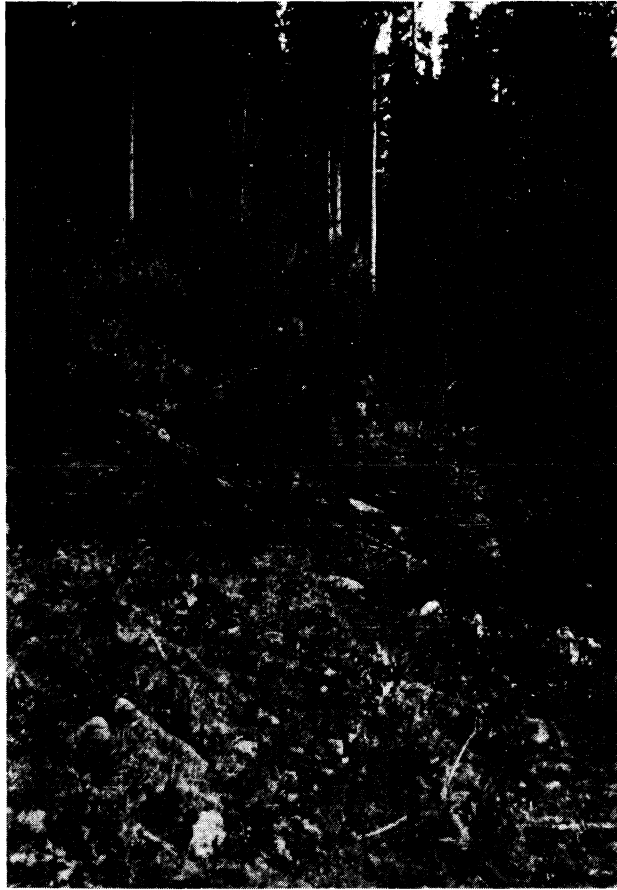


S.F.I:s saml., 1942.

Fig. 44. Lucka i naturlig föryngring.
Gap in a natural regeneration.

För att besvara den första frågan böra vi söka klargöra, vilka åtgärder som man ur skoglig synpunkt kan tänkas företaga för att bättra ett dåligt tillstånd. Eftersom problemet i sin helhet berör naturlig föryngring och dess relativa godhetsgrad, har hjälpkultur i luckor och liknande åtgärder principiellt intet berättigande i sammanhanget. Det återstår då endast att genom gallring upplösa de täta grupperna för att därigenom åstadkomma en jämnare stamfördelning. Bättre är följaktligen den föryngring, vars plantfördelning påfordrar relativt mindre gallringsingrepp, sämre än den, som påfordrar starkare sådant för uppnående av en viss jämnhetsgrad.

Gallringsingreppets relativa styrka borde således kunna utnyttjas för mätning av föryngringarnas godhetsgrad. Gallringen kan emellertid i absolut



S.F.I:s saml., 1942.

Fig. 45. Lucka i naturlig förnygring.
Gap in a natural regeneration.

mått göras hur stark som helst och plantfördelningen i det närmaste hur jämn som helst. Ju fler plantor som gallras bort och ju jämnare plantfördelningen till följd härav blir, desto mindre antal plantor blir kvar. Det är därför tydligt, att mycket långt drivna krav på jämnhet kunna medföra, att beståndet blir glest och således med hänsyn till både jämnhet och plantantal, av sämre beskaffenhet än det var från början. Följaktligen måste en gräns sättas för gallringsgreppets styrka.

Upplösningen av grupperna skall naturligtvis för nu aktuella jämförelseändamål endast syfta till en utjämnning av plantfördelningen, ej till uppnående av något visst önskvärt plantantal. Gallring är således ur jämförelsesynpunkt lika berättigad i gruppställda, glesa förnygringar som i täta. Gränsen för ut-

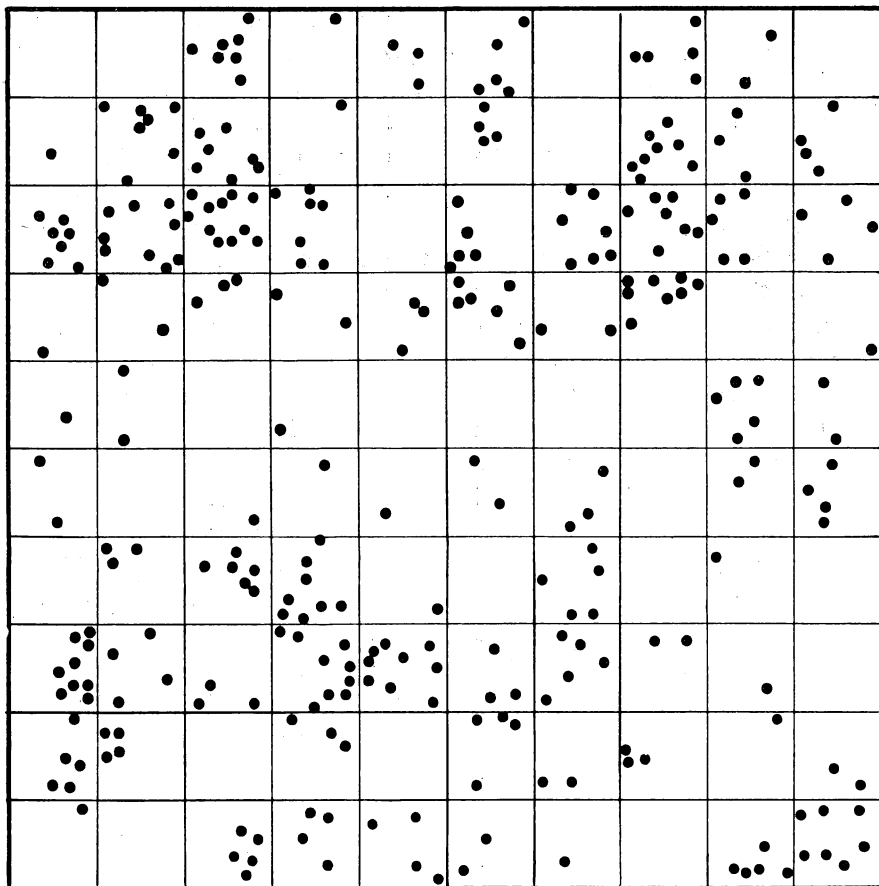


Fig. 46. Kartbild av en gruppställd naturlig föryngring.
Map of a clustered natural regeneration.

jämningen synes med fördel kunna dras vid den grad av gruppställdhet, som icke kan undvikas ens på marker av den mest idealiska jämnhet. Denna gruppställdhet uppstår i slumpvis fördelade föryngringar, vilkas fördelning alltså följer Poissons funktion (8). Sedan genom gallring gruppställdheten, så långt detta är möjligt, bragts i överensstämmelse med den Poisson-fördelning, som har samma medeltal som den ursprungliga föryngringen, vilja vi betrakta det kvarvarande plantantalet såsom en uppskattning av det för övernormal gruppställdhet korrigerade plantantalet i föryngringen.

I följande stycke skall först beräkningen av de erforderliga korrektionerna behandlas, varefter dessas verkningsätt närmare kommer att belysas.

Korrektionsfaktorer för plantornas ojämna fördelning över arealen. I fig. 46 framställes en fingerad kartbild av ett hygge med plantor.

Hygget är indelat i 100 kvadratiska »provytor». Medeltalet plantor per provyta är $m = 2,97$, $\sigma^2 = 7,79$, $Q^2 = 2,62$ och $q = 0,739$. I protokollform ter sig plantfördelningen på sätt, som framgår av tab. 27, i vilken, utom de observerade frekvenserna, även de enligt POISSONS funktion beräknade angivits i heltalsvärden. Dessutom ha differenser uppskrivits och slutligen de efter grupputjämnings kvarvarande plantornas fördelning.

Av tabelluppställningen framgår, att den observerade frekvensfördelningen visar ett överskott av ytor med stora plantantal, underskott i närheten av medeltalet samt åter överskott av ytor med låga plantantal, här 0 och 1. En omvandling av den observerade fördelningen i riktning mot en POISSON-fördelning kan tydligen ske genom utglesning av de alltför planrika ytorna. Sålunda kan den observerade ytan med 11 plantor förvandlas till en yta med 6 plantor, i vilken klass som tabellen visar ett underskott av 3 ytor finnes. Detta sker genom att 5 plantor borthuggas. Underskottet i klassen 6 minskar därigenom till 2, medan överskottet i klassen 11 bortfaller. I klassen 9 avlägsnas 3 plantor per yta inom 2 ytor, som därigenom förvandlas till ytor med 6 plantor. Underskottet i 6-klassen försvinner nu. På de två återstående ytorna i 9-klassen avlägsnas 5 plantor per yta. Överskottet i 9-klassen är därefter borta, och underskottet i 4-klassen har minskat till 6. Sålunda fortsättes med 8- och 7-klasserna, vilkas överskott av ytor avlägsnas genom utglesning till ytor med 4 plantor. Vi förutsätta, av skäl som senare beröras, att dessa utglesningar ske utan särskilt val av plantor.

Slutligen framkommer på detta sätt en plantfördelning, som i klasserna 0 och 1 visar ett återstående överskott av resp. 19 och 1 ytor samt i klasserna 2 och 3 ett återstående underskott av resp. 10 och 10 ytor. De kvarvarande plantornas fördelning erhålles alltså genom att addera de återstående differenserna med sina tecken till POISSON-fördelningens frekvenser, vilket skett i sista kolumnen av tab. 27.

Medeltalet i den kvarvarande fördelningen utgör 2,48. Om decimaler medtagas i POISSON-fördelningen och differenserna erhålles mera exakt 2,4850. Det ursprungliga medeltalet var 2,97. Kvoten mellan de båda medeltalen är $2,4850/2,9700 = 0,8367$. Det för övernormal gruppställdhet korrigerade plantantalet är alltså 83,67 % av det ursprungliga.

Ett mera praktiskt räknescema än det i tab. 27 angivna återfinnes i tab. 28. Vid undersökningar av verkliga hyggen med ett litet antal ytor per hygge händer det ej sällan, att utjämnings av överskotts-differenserna kan ske på mer än ett sätt. Det sätt har då alltid använts, som ger minsta möjliga gallringsprocent. Detta uppnås genom användning av räknescemat i tab. 28, vilket anvisats av fil. lic. B. MATÉRN. I tab. 28 framkommer i sista kolumnen antalet utgallrade plantor med positivt tecken. Då det

ursprungliga plantantalet före gallringen är $2,97 \cdot 100 = 297$, få vi relativa antalet kvarvarande plantor = $(297 - 48,5)/297 = 0,8367$ som förut.

Det på nyss angivet sätt beräknade relativtalet kallas i fortsättningen *arealfaktorn* och betecknas R_a . Plantfördelningen hos de kvarvarande plantorna kallas den normaliserade fördelningen.

Vi skola nu genom några exempel påvisa, att denna fördelnings medeltal kan betraktas som en approximativ uppskattning av det för övernormal gruppställdhet korrigerade plantantalet.

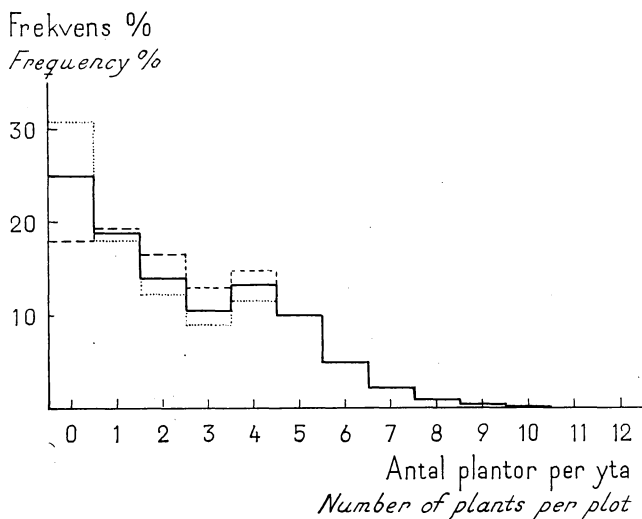


Fig. 47. Tre normaliserade förnygringar med det ursprungliga medeltalet 3,0 och störningskvadraterna resp. 1,40, 1,00 och 0,60.

Three normalized regenerations with original mean 3.0 and squares of perturbation 1.40, 1.00 and 0.60 respectively.

Genom normaliseringen uppstår en diskontinuerlig fördelning, som från 0 till en klass i närheten av medeltalet överensstämmer med den ursprungligas ENEROTHS-fördelningen och därefter med POISSON-fördelningen. Om två ENEROTHS-fördelningar med samma medeltal och störning normaliseras, förbli de identiskt lika. Är däremot störningen i den ena större än i den andra, uppstå två olika, normaliserade fördelningar. Olikheten yttrar sig emellertid endast i den del, som följer de ursprungliga ENEROTHS-fördelningarna.

En bild av den verkan normaliseringen har på några olika frekvensfördelningar visas i fig. 47. De tre fördelningarna ha framgått ur ENEROTHS-fördelningar med medeltalet 3,0 och störningskvadraterna resp. 1,4, 1,0 och 0,6, vilket intervall omspannar nästan hela variationsvidden (jfr fig. 28). Fre-

kvenserna avvika mer eller mindre från varandra inom klasserna 0—4, men sammanfalla därefter från och med 5 uppåt. Medeltalen äro 2,22, 2,37 resp. 2,56, vilket visar, att fördelningen med den största störningen efter normalisering är den glesaste och fördelningen med den minsta störningen den tätaste. Störningskvadraten i de normaliserade fördelningarna är $\varrho^2 = 0,50$, 0,37 och 0,23 mot de ursprungliga 1,40, 1,00 och 0,60. Störningskvadraten har således nedgått högst avsevärt, vilket visar att fördelningarna betydligt närmat sig motsvarande POISSON-fördelningar.

Enligt vad i föregående avdelning sagts skulle föryngringarnas täthet vara proportionell mot medeltalen, om fördelningarna hade samma form.

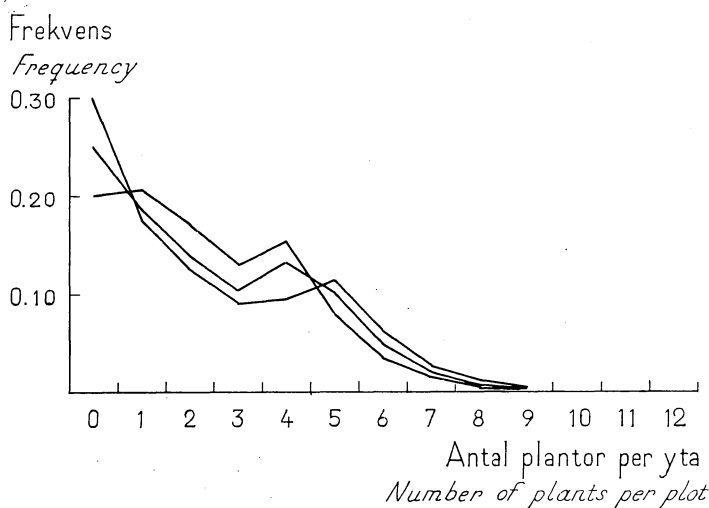


Fig. 48. Tre normaliserade fördelningar med approximativt samma medeltal men med de ursprungliga störningskvadraterna resp. 1,4, 1,0 och 0,6.
Three normalized distributions with approximately equal means but original squares of perturbation = 1.4, 1.0 and 0.6 respectively.

Uppenbarligen är detta icke fallet beträffande dessa tre normaliserade fördelningar. En uppfattning om skillnaderna mellan dem kan erhållas av fig. 48. Den intermediära kurvan är här den normaliserade frekvensfördelningen med medeltalet 2,37 och störningskvadraten 0,37, vilket framgått ur den ursprungliga föryngringen med medeltalet 3,00 och störningskvadraten 1,0. De båda andra kurvorna ha erhållits på följande sätt. Genom försök har utrönts, att en föryngring med $\varrho^2 = 0,6$ och ett ursprungligt medeltal av omkring 2,7 efter normalisering erhåller ett medeltal av närmelsevis samma storlek som i den förstnämnda fördelningen eller $m = 2,33$. För $\varrho^2 = 1,4$ ger ett ursprungligt medeltal av 3,2 efter normalisering av fördelningen medeltalet 2,34. De båda kurvorna ha beräknats med utgångspunkt från dessa värden på medeltal och störning. De tre i fig. 48 avbildade frekvenskurvorna ha således i det närmaste

samma medeltal och skillnaderna mellan dem ge därför uttryck åt den i de normaliserade fördelningarna kvarvarande olikhet, som beror enbart på skillnader i störning.

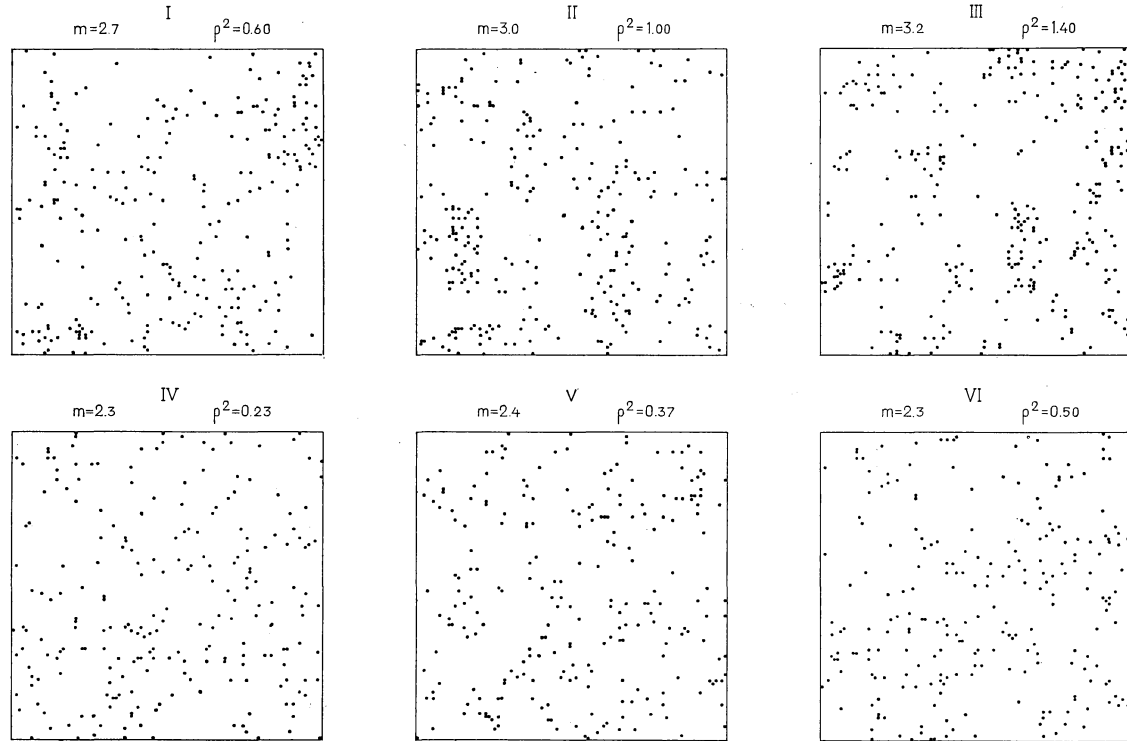
Fig. 48 visar, att fördelningarna ha ett i huvuddragen likartat förlopp. Skillnader kvarstå emellertid. Det är av vikt att söka komma till en så klar och gripbar föreställning som möjligt om vad dessa skillnader kunna ha ett betydande för omdömet om en föryngring. Fig. 48 ägnar sig icke väl härför. I stället ha kartbilder av de teoretiska fördelningarna framställts med hjälp av tabeller över »random numbers». Platserna för kvadratiske ytor med 0, 1, 2 plantor ha först bestämts med ledning av två tabellsiffror, angivande ytornas koordinater i ett rätvinkligt koordinatsystem. Därefter har inom varje yta på samma sätt plantornas plats bestämts. Av kartbilderna I, II och III i fig. 49 framgår, hur de tre ursprungliga föryngringarna se ut och av bilderna IV, V och VI hur de motsvarande normaliserade föryngringarna te sig.

Gruppställningen i de ursprungliga föryngringarna I—III är påfallande. Efter normalisering i IV—VI framträder den däremot starkt försvagad. Uppskattningen av det för övernormal gruppställdhet korrigerade plantantalet som produkten av arealfaktorn och det ursprungliga plantantalet per hektar innebär i detta exempel, att föryngringarna IV—VI ur fördelningssynpunkt betraktas som i grova drag likvärda. I själva verket torde de också med mycket god approximation kunna jämföras. En omsorgsfull granskning av bilderna IV—VI visar visserligen, att gruppställningen är något mindre utpräglad i IV än i VI, vilket också med hänsyn till ϱ^2 -värdena 0,23 resp. 0,50 bör vara fallet. Skillnaden synes emellertid vara så ringa, att den för ifrågakommande jämförelseändamål kan försummas (jfr även diskussion å sid. 78). Därigenom bli starkt gruppställda föryngringar något mindre och svagt gruppställda något mera nedklassade än som vore skäligt i förhållande till en medelstarkt gruppställd föryngring.

Vi komma således till följande slutsats. Om plantantalet per hektar i en naturlig föryngring betecknas med N , erhålles med god approximation det för övernormal gruppställdhet korrigerade plantantalet såsom produkten:

$$R_a \cdot N$$

Slutenhetsgrad och slutenhetsform. Vad i föregående stycke anförts kan lätt anknytas till de kända begreppen slutenhetsgrad och slutenhetsform i den mening dessa begrepp få, då de avse plantantal och arealfördelning. Arealfaktorn påverkas, som senare skall visas, nästan enbart av föryngringens större eller mindre grad av gruppställdhet. $R_a \cdot N$ kan därför betraktas



I-III = ursprungliga plantfördelningar
 I-III = *original plant distributions*

IV-VI = motsvarande normaliserade fördelningar
 IV-VI = *corresponding normalised distributions*

Fig. 49. Jämförelse mellan ursprungliga och normaliserade plantfördelningar.
 Comparison between original and normalized plant distributions.

som det för slutenhetsform korrigerade plantantalet. Om vi kunna fastställa vilket plantantal N' , som för ett visst värde R'_a på arealfaktorn bör anses motsvara föryngring av fullgod täthet och fördelning, så mätes den för slutenhetsform korrigerade slutenhetsgraden av:

$$s = R_a \cdot N / R'_a \cdot N'$$

Arefaktorn enligt materialet. Arefaktorn, med hänsyn tagen endast till barrträdsplantor, har uträknats enligt schemat tab. 28 för varje en-

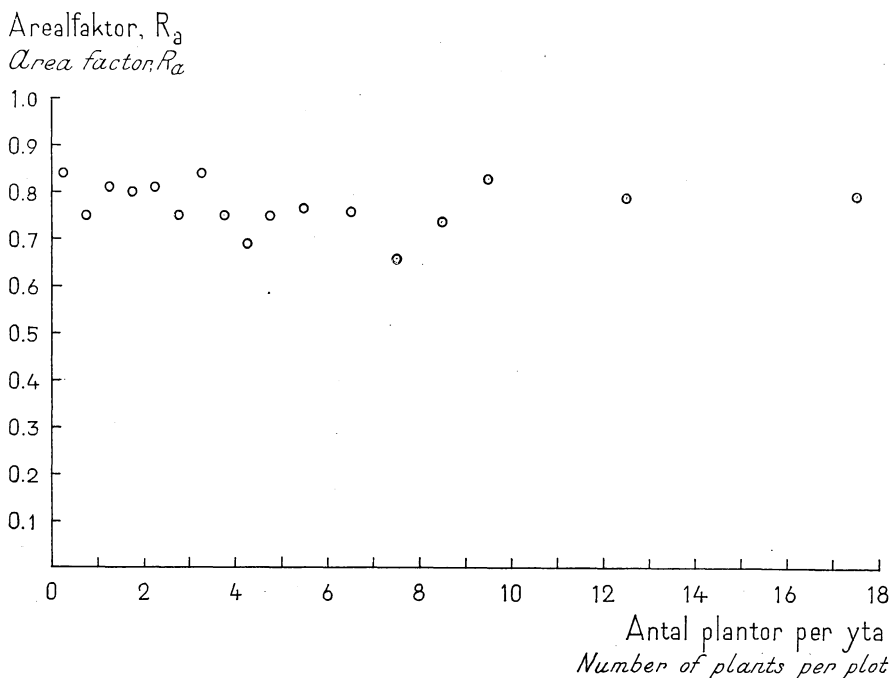


Fig. 50. Arefaktorns samband med medelantalet plantor per yta.

Correlation between area factor and average number of plants per plot.

skilt hygge. Beräkningarna visade varierande, men för olika hyggesgrupper mycket lika, medelvärden. Medeltalen i grupper efter plantantal per yta ligga, som av fig. 50 framgår, i stort sett på samma nivå för alla grupper. I själva verket kan emellertid spåra ett mycket svagt, något bågböjt samband mellan R_a och m , vilket för övrigt nära överensstämmer med det, som enligt nedan nämnda teoretiska utredning är att vänta (jfr fig. 52). Sambandet synes för praktiska ändamål kunna lämnas utan avseende.

Materialet visar alltså, att arealfaktorn växlar från hygge till hygge, men att den har ett närmelsevis konstant medelvärde. Detta medelvärde är:

$$R_a = 0,790.$$

Under förutsättning att ENEROTHS funktion gäller för plantfördelningarna och att antalet ytor är mycket stort kan arealfaktorns teoretiska värde beräknas antingen direkt ur formlerna för ENEROTHS funktion och POISSON-funktionen eller — för vissa m -värden — ur tab. 18. Resultaten bli lika bortsett från avrundningsfel på fjärde decimalen. Sålunda fås det teoretiska värdet på R_a för:

$$m = 1, R_a = 0,83$$

$$m = 4, R_a = 0,77$$

$$m = 8, R_a = 0,82$$

med medeltalet 0,81, vilket med mindre än 0,02 överstiger motsvarande värde för det utjämnade materialet. Den positiva skillnaden torde förklaras därav, att hyggena endast innehålla vardera ca 25 provytor. Som påpekats av fil. lic. B. MATÉRN bör det teoretiska värdet på R_a i detta fall vara något lägre än då provyteantalet är oändligt stort. För att verifiera slutsatsen ha ett antal ENEROTHS-fördelningar om 25 ytor i varje framställts med hjälp av tabeller över »random numbers». Av de olika serierna bortsorterades de, vilkas ρ^2 -värden alltför mycket avviko från de teoretiska ENEROTHS-fördelningarnas. Sålunda kvarstodo 7 st. serier framställda för $m = 1$ och $\rho^2 = 1,214$. Dessa 7 serier hade medelvärdet $\rho^2 = 1,230$. För $m = 4$ kvarstodo 11 serier med medelvärdet $\rho^2 = 1,029$, mot den teoretiska seriens $\rho^2 = 1,048$. För $m = 8$ slutligen erhöles 6 serier med $\rho^2 = 0,814$ mot det teoretiska 0,845. De teoretiska ρ^2 -värdena äro desamma som kunna avläsas i tab. 16 för $m = 1, 4$ och 8 och motsvara således materialets utjämnade värden i dessa punkter.

För de slumpvis framställda ENEROTHS-fördelningarna om 25 ytor blevo efter nyssnämnda beskärningar medelvärdena av R_a de nedan tillsammans med de teoretiska värdena för $N = \infty$ angivna.

m	$N = 25$	$N = \infty$
1	0,82	0,83
4	0,75	0,77
8	0,76	0,82

Medelvärdet av R_a för $N = 25$ är 0,77, vilket med 0,01 understiger motsvarande värde för det utjämnade materialet och med 0,035 understiger motsvarande teoretiskt beräknade värden. Man ser vidare, att den systematiska underskattningen av R_a växer med stigande m .

De utförda försöken äro visserligen mycket fåtaliga men synas likväl med tillräcklig säkerhet bekräfta det förutsedda resultatet, nämligen att arealfaktorn något underskattas vid planttaxeringar, som omfatta endast 25 provytor. Skillnaden mellan arealfaktorns värde vid taxering med oändligt ytantal och med 25 ytor är emellertid ej synnerligen stor. Vid försöken i fråga uppgick den till 4,5 % av det efter taxering med 25 ytor erhållna genomsnittliga värdet 0,77. För den aktuella jämförelsemetoden är denna skillnad utan större betydelse. Den teoretiska beräkningen visar vidare, att arealfaktorn för en ENEROTHS-fördelning något påverkas av plantantalet. Vid konstant störning är sambandet svagt bågformigt med ett minimum i närheten av $m = 5$ (jfr fig. 52). I materialet uträtas formen på grund av samverkan mellan sjunkande störning och systematisk feluppskattning (fig. 50 och tab. sid. 90).

Arealfaktorn och ytstorleken. Genom gruppställningen på hyggena ordnas plantorna i ett mönster, vars detaljstruktur ännu till största delen är obekant. Det är därför möjligt, att taxeringar med en annan ytstorlek än 6,16 m² kunna leda till andra arealfaktorer än de ovan beräknade och att följaktligen ytstorleken kan påverka jämförelserna.

På inrådan av fil. lic. B. MATÉRN ha några hyggen taxerats med olika ytstorlekar i avsikt att vinna någon uppfattning om ett eventuellt samband mellan ytstorlek och arealfaktor. Beräkningen av arealfaktorn grundar sig på skillnaderna mellan den faktiska fördelningen av smärre provytor med olika antal plantor och motsvarande POISSON-fördelning. Vid de därvid erforderliga, mer eller mindre konkret uppfattade, utglesningarna förutsattes, att de borttagna plantornas plats inom provytan ej särskilt utväljes utan bestämmes av slumpen. Detta är nödvändigt med hänsyn till de senare nämnda korrekktionerna för ojämn höjdfördelning och planttyp, vilka böra kunna företagas oberoende av korrekktionen för arealfördelningen. Ur skoglig synpunkt torde förutsättningen ej medföra skadliga konsekvenser, så länge provytorna äro tämligen små, t. ex. 2 à 3 m². Å andra sidan är det uppenbart, att det skogligt sett icke är likgiltigt var en planta borttages på en mycket stor provyta. Med tiden kommer den i ungdomen starkt gruppställda föryngringen genom beståndsvårdande huggningar att mer och mer utjämnas. Redan innan stamantalet nedbragts till 500 per hektar bör stamfördelningen vara i huvudsak jämn. Då trädantalet är 500 per hektar, representerar varje stam en yta av 20 m². Vid denna ytstorlek är det icke ens i ett långt framskridet utvecklingsstadium likgiltigt, var på ytan trädet står. Den nu aktuella undersökningen synes därför kunna begränsas till ytstorlekar mellan 3 och 20 m².

Vid taxeringarna användes serier av cirkelprovytor med radierna 1,0, 1,4, 2,0 och 2,5 m och gemensamt centrum. Tre föryngringar på frisk ristyp taxerades med resp. 64, 50 och 55 provytegrupper. De betecknas nedan såsom gles, medeltät resp. tät. Arealfaktorerna blevo följande.

Radie Radius	Gles Sparse	Medeltät Medium dense	Tät Dense
1,0 m	0,80	0,81	0,82
1,4 »	0,80	0,79	0,84
2,0 »	0,78	0,86	0,86
2,5 »	0,81	0,87	0,84
Medeltal	0,80	0,83	0,84
Mean			
ϱ	1,19	1,06	0,87

Av sammanställningen framgår, att arealfaktorn i ett och samma bestånd knappast märkbart påverkas av ändringar i ytstorlek inom intervallet 3,14—19,63 m². Den stigande tendensen från det glesa till det täta beståndet förklaras av den samtidigt avtagande störningen. I nedersta raden har dennas medelvärde för de fyra ytstorlekarna angivits.

Med reservation för det knapphändiga materialet ha vi således funnit, att arealfaktorn inom rätt vida gränser är närmelsevis oberoende av ytstorleken. Ur praktisk synpunkt är detta anmärkningsvärda resultat av stor betydelse. Därigenom kommer produkten $R_a \cdot N$ såsom mått på föryngringarnas täthet efter korrektion för övernormal gruppställdhet att förena en konkret skoglig innebörd med en betydande grad av allmän giltighet.

Enligt författarens uppfattning torde mera djupgående matematiskt-statistiska studier av plantfördelningsproblemet kunna väntas leda till ur praktisk och teoretisk föryngringssynpunkt värdefulla resultat. Ej endast naturföryngringarnas utan även skogsodlingarnas fördelning över arealen synes därvid böra beaktas. Det förefaller icke osannolikt, att dylika undersökningar skola kunna ge en belysning av de särskilda mönster, som känneteckna olika marktyper och föryngringar samt därigenom bidra till uppspårandet av de biologiska realiteterna bakom desamma.

Arealfaktorns samband med störningen. Störningen och arealfaktorn påverkas båda framför allt av gruppställningsgraden. Sambandet mellan störning och arealfaktor bör därför vara starkt.

Så är också fallet, som framgår av följande regression av R_a på ϱ :

$$R_a = 1,0000 - 0,2276 \varrho + 0,0204 \varrho^2 \dots\dots\dots (27)$$

Genom korrelationen har den ursprungliga spridningen s_y sänkts från 0,1259 till $S_y = 0,0595$, utgörande 47 % av s_y . Korrelationskoefficienten är 0,884, vilket anger en mycket stark samvariation (jfr fig. 51).

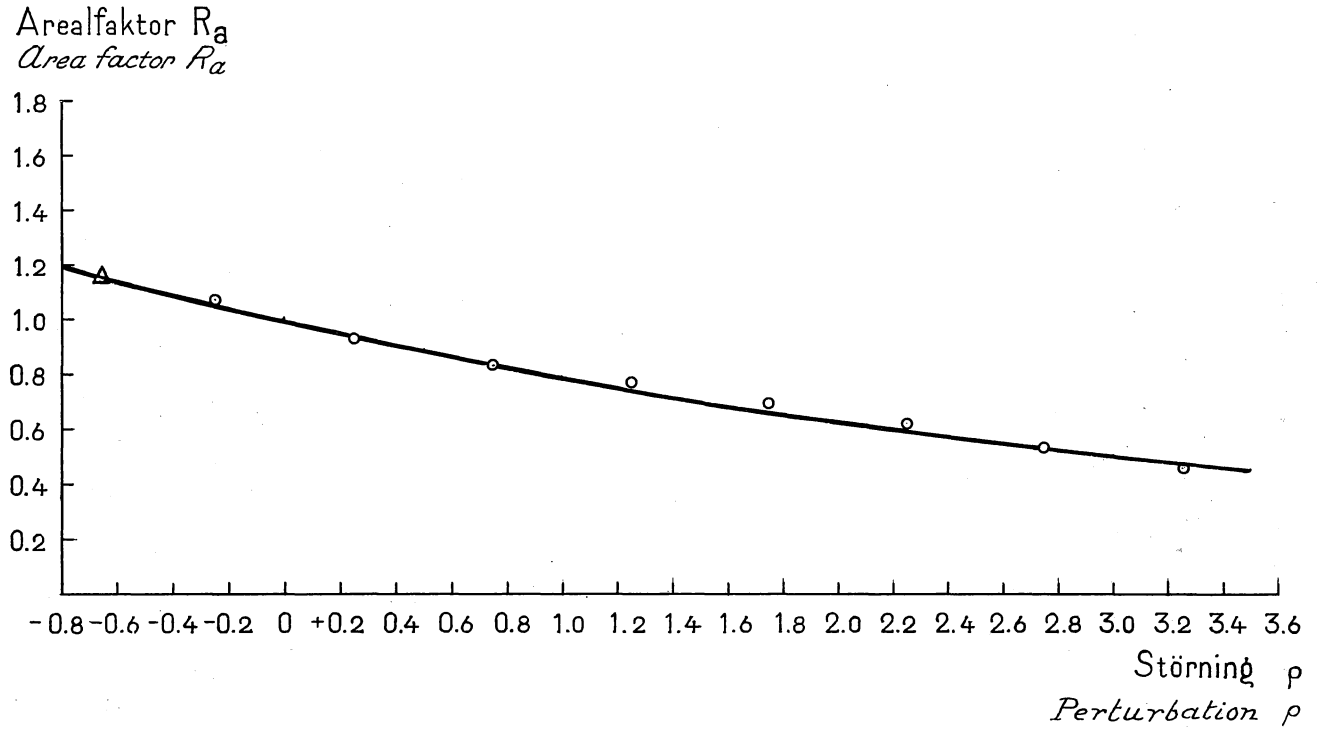


Fig. 51. Sambandet mellan R_a och ρ .
Correlation between R_a and ρ .

Emellertid påverkas arealfaktorn ej endast av störningen utan även, ehuru tämligen svagt, av plantantalet. Detta har förut påvisats (sid. 90) för exakta ENEROTHS-fördelningar. Det teoretiska sambandet för två olika värden på ρ^2 får den i fig. 52 återgivna formen. Till följd härav torde det vara teoretiskt mera tillfredsställande att beräkna arealfaktorn för ett aktuellt hygge enligt räkneschema II, tab. 28, än genom beräkning av störningen och därefter användning av funktionen (27). Det senare tillvägagångssättet ger emellertid en god approximation.

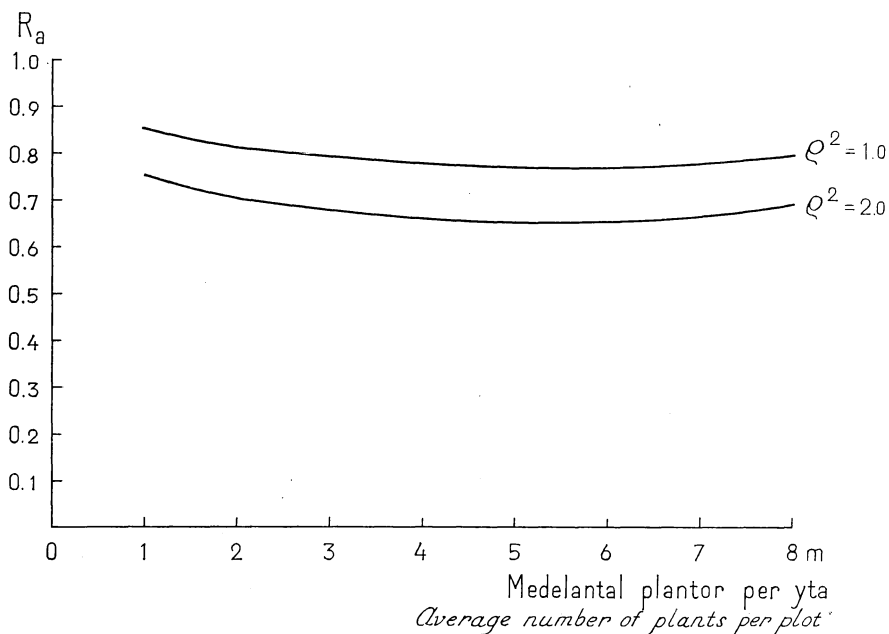


Fig. 52. Sambandet mellan arealfaktorn och plantantalet, beräknat ur ENEROTHS funktion.
Correlation between area factor and number of plants as computed from the function of ENEROTH.

Sammanfattning. Det betraktas som självklart, att tätheterna i förnygringar med samma arealfördelning äro proportionella mot plantantalen.

Genom gallring i de täta grupperna i gruppställda förnygringar kunna dessa bringas i partiell överensstämmelse med motsvarande POISSON-fördelningar. Därigenom uppstå normaliserade plantfördelningar, vilka oavsett den ursprungliga graden av gruppställdhet äro tillräckligt lika, för att approximativ proportionalitet kan anses råda mellan täthet och plantantal för desamma.

Det efter gallringen i naturliga förnygringar kvarvarande plantantalet, dividerat med det ursprungliga, utgör arealfaktorn, som har medelvärdet 0,790, men växlar från hygge till hygge. Arealfaktorn är praktiskt taget oberoende av ytstorleken inom intervallet 3—20 m².

Produkten av arealfaktor och plantantal per hektar är en approximativ uppskattning av det för övernormal gruppställdhet korrigerade plantantalet. Denna produkt är därför direkt jämförbar för olika föryngringar.

Korrektionsfaktorer för plantornas höjdfördelning

Spridningen i höjd förorsakas i en naturlig föryngring till största delen av den olika långa växttid, som olika gamla plantor haft till förfogande. Precis lika gamla plantor på samma lokal ha emellertid också en viss höjdspridning. Det förefaller icke orimligt att lägga likåldriga plantors höjdfördelning till grund för jämförelser mellan olika föryngringar med avseende på höjdstrukturen. Den spridning sådana plantor uppvisa kan icke undvikas ens i den mest idealiska självföryngring, som uppkommit efter ett enda fröår.

En viss uppfattning om denna fördelnings beskaffenhet kan erhållas genom undersökningar av planteringar i olika utvecklingsstadier. Sådana undersökningar ha därför utförts (materialet redovisas i tab. 2). Av lätt insedda skäl måste huvudparten av materialet hämtas från mellersta Sverige och södra Norrland. Emedan de flesta planteringar utförts med ett föga varierande förband, representerar materialet endast detta genomsnittliga medelförband, ehuru med de variationer, som förorsakats av olika nollgropsprocenter och här och var i ringa mängd förekommande självsådd.

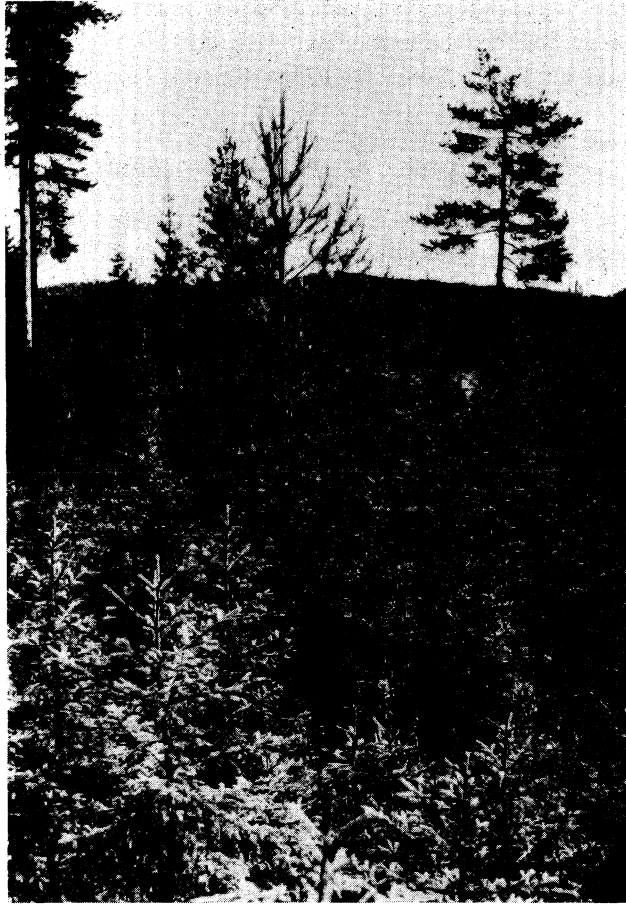
Tall- resp. granplanteringarnas höjder prickades dels i enmetersklasser, dels i halvmetersklasser, varvid klassen 0—99, resp. 0—49 cm betecknades 0, de följande 1, 2, 3 o. s. v. Medelhöjd och spridning i klassenheter samt störning beräknades därefter. Medeltalen av störningen blevo följande:

	1 m klasser	0,5 m klasser
Tall och gran.....	—0,305	—0,031

För halvmetersklassificeringen, som tydligen ligger rätt nära en vanlig POISSON-fördelning, blevo medeltalen av störningen för:

$$\begin{aligned} \text{tall} &= -0,027 \\ \text{gran} &= -0,035 \end{aligned}$$

En ännu närmare överensstämmelse med POISSON-fördelningen hade säkerligen kunnat uppnås med något mindre höjdklasser än 0,5 m. Emellertid ansågs det uppnådda resultatet vara tillräckligt gott, varjämte praktiska synpunkter starkt talade för att bibehålla halvmetersklassificeringen. I huvudsak likåldriga plantbestånds höjdfördelning i halvmetersklasser med numrering enligt vad ovan sagts betraktas därför i fortsättningen som i medeltal närmelsevis fördelade enligt POISSONS funktion.



S.F.I:s saml., 1942

Fig. 53. Föryngring med ojämn höjdfördelning.
Young stand with uneven height distribution.

På grund härav kunna korrektionsfaktorer för plantornas ojämna höjdfördelning beräknas på ett sätt, som i princip överensstämmer med beräkningen av korrektionsfaktorerna för plantantalets ojämna fördelning över arealen. Korrektionsfaktorn för höjdfördelningen benämnes *höjdfaktorn* och betecknas R_h .

För att uppskatta den korrektion nedåt av plantantalet, som rimligtvis bör föranledas av övernormal höjdspridning, skola vi överväga vilka åtgärder man i den skogliga praktiken kan tillgripa för att förbättra ett dåligt tillstånd. I själva verket finns för de här ifrågavarande typerna av återväxter två diametralt olika utvägar. I mycket framskridna, orörda föryngringar torde

man oftast föredra att bygga det framtida beståndet på de längst komna höjdsdikten, även om dessa äro tämligen stamfattiga, Det är därvid i regel ganska likgiltigt, om de undre skikten avlägsnas eller lämnas kvar att tyna bort under överbeståndet. På ett tidigare stadium däremot skulle man sannolikt i de flesta fall ha föredragit att vårda föryngringarna genom den praktiska skötselåtgärd, som är känd under namnet »plantskogs-röjning». I fortsättningen skola vi endast ta detta alternativ under överbä-gande. Termen »plantskogs-röjning» torde ha införts av J. E. VRETLIND, som på Malå revir i stor utsträckning utfört plantskogs-röjning i självsådder. Därvid avlägsnas de förväxande plantor, som kunna ersättas av i närheten befintliga smärre plantor. Medelhöjden, höjdspridningen, medelåldern och plantantalet minskas till följd härav. Plantskogs-röjningen bör emellertid icke få lov att drivas hur långt som helst. Nedan skola vi undersöka vilket resultat som uppstår, om gränsen i analogi med tidigare resonemang sättes vid den punkt, där de återstående plantornas höjdfördelning kommit i närmast möjliga över-ensstämmelse med Poisson-fördelningen.

Beräkning av höjdfaktorn. Som av tab. 19 framgår innehålla för barrträdsplantor klasserna 0 och 1 i regel mer än 75 % av hela plantantalet. Den POISSON-fördelning, som kan framställas genom successivt avlägsnande av förväxande plantor, kommer således att bestå av plantor i några få av de lägsta höjdklasserna, bland vilka klasserna 0 och 1 helt dominera. Vi kunna därför lämpligen sätta gränsen för »plantskogs-röjningen» vid den punkt, där en Poisson-fördelning uppnås, som har samma absoluta frekvenser som ursprungsföryngringen i klasserna 0 och 1.

Vid tillämpning på det aktuella materialet, vars hyggen ofta innehålla helt få plantor och där följaktligen frekvenserna i 0- och 1-klasserna äro starkt påverkade av tillfälligheter, ersättes lämpligen de observerade frekvenserna med de enligt ENEROTHS funktion härledda. Om alltså i höjdens ENEROTHS-fördelning de relativa frekvenserna i 0- och 1-klasserna betecknas E_0 resp. E_1 och i den efter »plantskogs-röjningen» kvarvarande POISSON-fördelningen P_0 resp. P_1 , finna vi:

$$E_1 = E_0 \frac{m^2}{\sigma^2}; P_1 = P_0 \cdot m_p \text{ samt:}$$

$$m_p = \frac{m^2}{\sigma^2} \dots \dots \dots (28)$$

I ovanstående formler betecknar m medelhöjden i klassenheter i den ur-sprungliga ENEROTHS-fördelningen, medan m_p är motsvarande siffra i den resterande POISSON-fördelning, vars relativa frekvenser i klasserna 0 och 1 förhålla sig till varandra på samma sätt som den ursprungliga höjdfördel-ningens utjämnade frekvenser i samma klasser.

Antalet plantor måste som lätt inses vara lika stort i POISSON-fördelningens 0- och 1-klasser som i ENEROTHS-fördelningens, emedan en POISSON-fördelning måste uppnås innan ännu åtminstone 2-klassen helt avlägsnats. Om således föryngringen ursprungligen innehöll N plantor, vilket antal efter »plantskogsröjningen» nedbragts till n plantor, få vi $N(E_0 + E_1) = n(P_0 + P_1)$ och härav $N\left(1 + \frac{E_1}{E_0}\right) E_0 = n\left(1 + \frac{P_1}{P_0}\right) P_0$ eller slutligen, eftersom $E_1/E_0 = P_1/P_0$, $n/N = E_0/P_0$. Emellertid är n/N lika med den sökta höjdfaktorn R_h och följaktligen:

$$R_h = \frac{E_0}{P_0} \dots\dots\dots (29)$$

Höjdfaktorn är alltså ett uttryck för den del av det totala plantantalet, vars höjder, registrerade i halvmetersklasser, följa en POISSON-fördelning med samma förhållande mellan frekvenserna i 0- och 1-klasserna som i den till ursprungsföryngringen anpassade ENEROTHS-fördelningen, eller — om vi vilja uttrycka det så — med samma absoluta frekvenser i 0- och 1-klasserna som i ursprungsföryngringens ENEROTHS-fördelning.

Ehuru av aldeles underordnad praktisk betydelse bör likväl påpekas, att de observerade frekvenserna i klasserna 0 och 1 tillsammans med de på grundval av (28) beräknade frekvenserna i klasserna 2, 3 o. s. v. bilda en exakt POISSON-fördelning, endast då de båda förstnämnda frekvenserna äro lika med motsvarande frekvenser enligt ENEROTHS funktion. Om i en viss föryngring detta icke är fallet, kan ur densamma i verkligheten endast en approximation till POISSON-fördelningen (28) framställas.

Som illustration till beräkningen av höjdfaktorn kan till exempel hygge nr 75 i tab. 22 användas. De observerade och enligt ENEROTHS funktion beräknade plantantalen i olika höjdklasser angivas i tab. 29. Ur de observerade frekvenserna beräknas $m = 0,4153$, $\sigma^2 = 0,7692$ och följaktligen $m_p = 0,2243$. Vidare finna vi ur (18) $E_0 = 0,7407$ och ur (8) $P_0 = 0,7994$, varför $R_h = 0,9266$ och den erforderliga röjningsprocenten = 7,34. Antalet kvarvarande, POISSON-fördelade plantor erhålles genom multiplikation av de ur (8) beräknade relativa frekvenserna med $R_h \cdot N = 0,9266 \cdot 183 = 169,6$. Dessa plantantal ha uppförts i tab. 29, sista kolumnen, efter avrundning till heltal. Summan blir därigenom 169 i stället för 169,6. I verkligheten finnas i klassen 0 endast 134 plantor, medan den exakta POISSON-fördelningen fordrar 136 st. I klassen 1 finnes åter ett överskott av 4 plantor. Serien 134, 34, 3 är följaktligen endast en approximativ POISSON-fördelning.

Höjdfaktorn enligt materialet. Ett värde på höjdfaktorn har beräknats enligt (29) för varje enskilt hygge med avseende på barrträdsplantor.

Medelvärde för hela materialet blev $R_h = 0,862$. Höjdfaktorn visade sig sjunka med stigande hyggesålder, varför en korrelation utfördes, vilken gav följande resultat:

$$R_h = 1,0054 - 0,0922 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (30)$$

Den resterande spridningen kring regressionslinjen förorsakas till största delen av den på olika hyggen växlande proportionen av beståndsföryngring, med vilken R_h som naturligt är står i nära samband.

Konstanterna i (30) ha följande medelfel.

Konstant	Medelfel	D:o i %
1,0054	0,0512	5,10
0,0922	0,0312	33,85

Regressionslinjens förlopp genom materialets gruppmedeltal framgår av fig. 54. Höjdfaktorns värde för varje år fr. o. m. 5 t. o. m. 30 har beräknats enligt (30) och uppförts i tab. 30.

Produkten av R_h och plantantalet per ha i en viss föryngring ger det antal plantor, som med avseende på höjden är approximativt POISSON-fördelat. Man har alltså med samma beteckningar som ovan $n = R_h \cdot N$. Härav finna vi att »plantskogsröjningen» enligt ovan anförda principer lett till en gallringsprocent av $100(1-R_h)$. Givetvis skulle höjdfaktorn såsom del av jämförelsesystemet vinna ökat värde, om denna gallringsprocent motsvarar de vid praktiska plantskogsröjningar i genomsnitt tillämpade procenterna. Trots att plantskogsröjning för närvarande åtnjuter en betydande popularitet, synes dock endast föga vara bekant om ingreppens genomsnittliga styrka. Från jägmästaren J. E. VRETLIND har författaren med tacksamhet mottagit de förmodligen enda säkert kända siffror, som för närvarande finnas tillgängliga.

Inom ett år 1936 löpbränt hygge med sparsamt förekommande fröträd utfördes plantskogsröjning i augusti 1940 på tre olika provytor. Därvid borttogos av tall och gran på ytorna nr 1, 2 och 3 resp. 11,2, 8,1 och 9,8 % av det ursprungliga plantantalet, d. v. s. i genomsnitt, utan hänsyn till provytornas något olika storlek, 9,7 %. Enligt vid denna undersökning använt sätt för bestämning av hyggesåldern är denna 14 år. För detta värde erhålles enligt (30) $R_h = 0,8764$, som motsvarar en röjningsprocent av 12,36. Överensstämmelsen mellan den observerade röjningsprocenten och den på teoretiska grunder beräknade torde få anses vara mycket god, särskilt om vi ta i betraktande, att materialet för beräkningen av R_h innehåller avsevärda mängder granmarbuskar (beståndsföryngring), vilket ej i nämnvärd omfattning kan vara fallet på VRETLINDS brända hygge. Granmarbuskarna bidra emellertid i

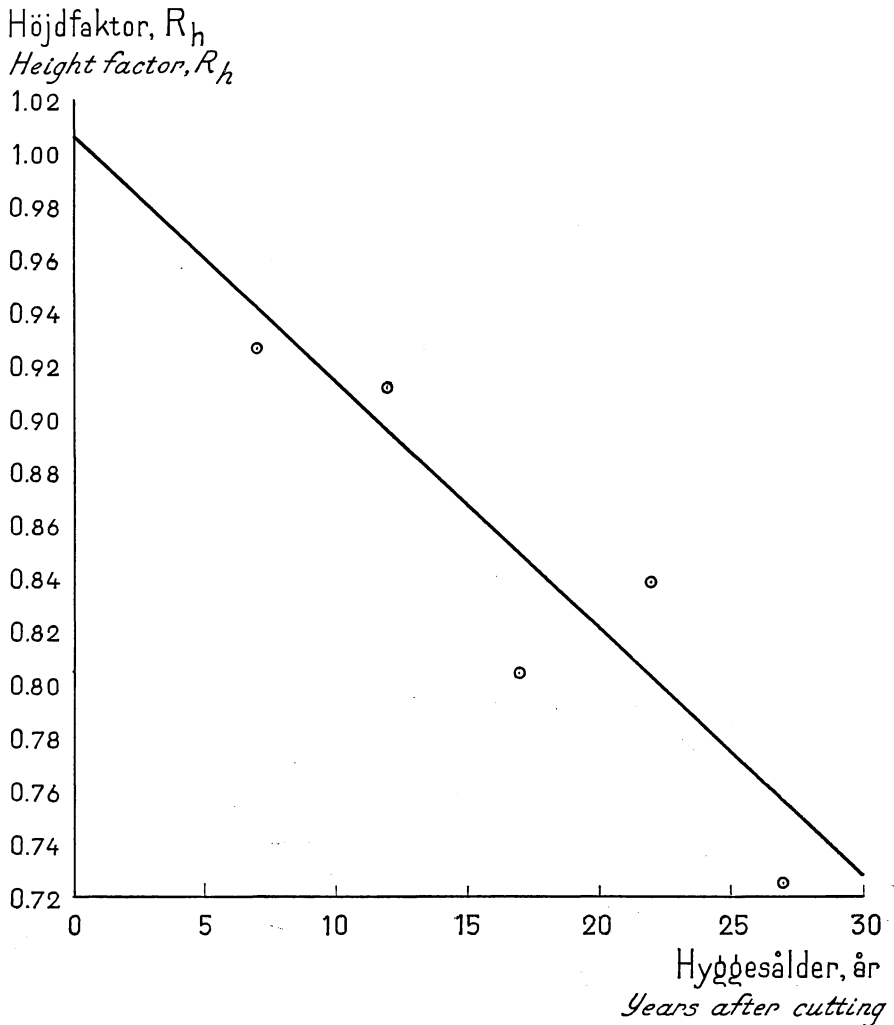


Fig. 54. Sambandet mellan höjdfaktorn och hyggesåldern.

Correlation between height factor and number of years after cutting.

regel till en sänkning av R_h och följaktligen till en ökning av röjningsprocenten, vilket för övrigt ur skoglig synpunkt synes vara berättigat. — Av detta enda exempel kunna visserligen inga vittgående slutsatser dragas, men det synes åtminstone visa, att höjdfaktorns storlek ej påfallande avviker från vad som skogligt sett kan anses rimligt.

Sambandet mellan planttäthet och planthöjd. Om vi skulle vilja uppskatta plantantalet i en förnygring efter korrektion för gruppställd-

het och korrektion för övernormal höjdspridning till beloppet $R_a \cdot R_h \cdot N$ kan detta enligt föregående framställningar ske, men dock endast under förutsättning att plantantalet ej visar starkare korrelation med planthöjden. Om en stark positiv korrelation skulle råda, förekomma nämligen de höga plantor, som vid »plantskogsröjningen» avlägsnas, övervägande i de täta grupperna, där utglesning ändå måste ske för uppnående av den eftersträfvade arealfördelningen. Man har då möjlighet att vid denna utglesning i främsta rummet avlägsna de höga plantorna. Därigenom skulle produkten $R_a \cdot R_h \cdot N$ medföra en oskäligt stark korrektion nedåt, eftersom redan R_a i sig innefattar en större eller mindre del av R_h .

För att utröna korrelationen mellan planttäthet och planthöjd ha för 10 hyggen av olika åldrar mellan 100 och 400 m ö. h. följande beräkningar utförts. Först beräknades det antal plantor $= (1 - R_h)N$, som bör borttagas vid »plantskogsröjningen». Därefter uppsöktes de $(1 - R_h)N$ högsta plantorna och antalet plantor antecknades för de provytor, på vilka dessa stodo. Medelantalet plantor på de ifrågavarande ytor betecknas med m_1 .

Om ingen korrelation finns, innebär detta att de $(1 - R_h)N$ högsta plantorna kunna betraktas som lika många slumpvis uttagna plantor vilka som helst. Medelantalet plantor på den yta, på vilken en slumpvis uttagen planta står, är emellertid enligt följande av fil. lic. B. MATÉRN angivna formel lika med

$$m_2 = m + \frac{n - 1}{n} \cdot Q^2,$$

varest m betecknar medelantalet plantor per yta på hela hygget och n antalet ytor.

Om nu m_1 är större än m_2 , föreligger en positiv korrelation, d. s. v. höga plantor äro koncentrerade till planrika ytor. Om m_1 är mindre än m_2 , är korrelationen negativ och höga plantor träffas företrädesvis på glesa ytor. Undersökningen visade, att korrelationen endast på ett hygge var 0 men på de övriga negativ. I medeltal blev $m_2 = 9,67$ och $m_1 = 6,72$ plantor per yta. Det totala medelantalet plantor per yta för de 10 hyggerna blev 5,78. Då sålunda m_1 vanligen ligger inom det område av fördelningen, där i allmänhet inga plantor borttagas vid den för beräkning av arealfaktorn nödvändiga utglesningen, är det tydligt, att hela effekten av höjdfaktorn kan medtagas utan nämnvärd risk för oskäligt stark korrektion. Som första approximation antaga vi därför, att upplösningen av grupperna och plantskogsröjningen utföres oberoende av varandra och att därvid åtgärdernas sammanlagda effekt mätes av produkten $R_a \cdot R_h \cdot N$.

Sammanfattning. Korrektion för plantornas ojämna höjdfördelning kan utföras genom en åtgärd, som mycket liknar plantskogsröjning. Därvid av-

lägsnas förväxande plantor intill den gräns, då de återstående plantornas höjder bilda en approximativ POISSON-fördelning. Kvoten mellan de kvarvarande och de ursprungligen befintliga plantornas antal utgör höjdfaktorn R_h . Höjdfaktorn sjunker med stigande hyggesålder. Dess genomsnittliga värde utgör 0,862. Det för ojämn höjdfördelning korrigerade plantantalet uppskattas till beloppet $R_h \cdot N$, varvid för olika hyggesåldrar R_h beräknas ur (30) eller tages ur tab. 30.

Det för såväl gruppställdhet som övernormal höjdspridning korrigerade plantantalet uppskattas till beloppet $R_a \cdot R_h \cdot N$.

Korrektionsfaktorn för planttyp samt den kombinerade korrektionsfaktorn

I tab. 23 över viktindex finna vi uppgifter om hur den genomsnittliga plantan av nyföryngring resp. beståndsföryngring uppskattats vid olika hyggesåldrar i förhållande till en felfri, välformad planta. Då som förut sagts plantornas utseende spelar en roll vid bedömningen av föryngringsresultatet, synes denna viktindex — eller *typfaktor*, om vi vilja upprätthålla analogien med arealfaktorn och höjdfaktorn — kunna utnyttjas som en korrektionsfaktor R_t , vilken, multiplicerad med plantantalet, ger en uppskattning av föryngringens totala innehåll av felfria plantor.

Följaktligen antaga vi, att $R_t \cdot N$ utgör det för planttyp korrigerade plantantalet.

Typfaktorn är oberoende av planthöjden (sid. 73) och kan i varje fall ej regelbundet vara sämre i de tätare plantgrupperna än i de glesare hyggesområdena. Om vi således kombinera samtliga korrektionsfaktorer och uppskatta en föryngrings plantantal efter korrektion för areal- och höjdfördelning samt planttyp till ett antal plantor av:

$$R_a \cdot R_h \cdot R_t \cdot N \dots\dots\dots (31)$$

torde vi därmed ej ha kommit till en oskäligt låg uppskattning.

Den kombinerade korrektionsfaktorn har beräknats för nyföryngring resp. beståndsföryngring av barrträdsplantor och uppförts för olika hyggesåldrar i tab. 31.

Jämförelseföryngring. Den föryngring, som återstår efter korrekationer för övernormal gruppställdhet, ojämn höjdfördelning och planttyp, kunna vi benämna *jämförelseföryngring*. Den kan sägas vara en föryngring av felfria plantor med POISSON-fördelade höjder och en arealfördelning, som obetydligt avviker från en normaliserad ENEROTHS-fördelning. Avvikelsen beror på den rubbning av den normaliserade ENEROTHS-fördelningen, som i verkligheten uppkommer vid en »plantskogsrojning», då planthöjd och plantantal ej äro

fullständigt okorrelerade. Plantantalet i den jämförelseföryngring, som motsvarar en given naturlig föryngring, kan beräknas ur (31). Värdet på korrektionsfaktorerna uträknas därvid genom undersökning på marken. För grova överslagskalkyler kunna de tidigare angivna medelvärdena användas (tab. 31). Plantantalen i olika jämförelseföryngringar äro direkt jämförbara med varandra i så måtto, att de utgöra plantantal i föryngringar, som i stort sett äro lika fördelade över arealen, lika fördelade i höjd och bestå av lika goda plantor. Jämförelseföryngringarna äro med andra ord ur struktur- och kvalitetssynpunkt likartade.

Planteringars (skogsodlingars) jämförelseföryngringar

Vid planteringar och fläcksådder, som i nedannämnda avseende kunna jämföras, strävar man i allmänhet efter en så jämn arealfördelning som möjligt. I praktiken kan emellertid förbandet vanligen icke hållas så precis, att den teoretiskt möjliga jämnheten fullt uppnås. I många fall gör man även medvetet avsteg från det regelbundna förbandet, emedan man anser det viktigt, att planteringsgropar och såddfläckar placeras på sådana ställen, där de lätt kunna åstadkommas och där plantorna synas ha den största utsikten att leva kvar. Trots alla försiktighetsmått förekommer dock i regel en viss avgång, som kan betraktas som normal. Tillsammans med oregelbundenheter i förbandet förorsakar denna, att ofta rätt mycket fattas i den teoretiska jämnheten. Den verkliga fördelningen kommer därigenom att mer eller mindre närma sig en POISSON-fördelning.

Om vi utgå från en POISSON-fördelning med något högre medeltal än t. ex. en plantering, kan den genom lämplig gallring omföras till en arealfördelning, som starkt påminner om planterings. För att bestämma gallringsgraden användes räknescemat I, tab. 27, varvid POISSON-fördelningen sattes i andra kolumnen och planterings observerade fördelning i tredje kolumnen. Vid lämpligt val av medeltal i POISSON-fördelningen får man efter gallringen i regel en fördelning, som tämligen exakt överensstämmer med den observerade. Dock kan naturligtvis de enskilda plantornas plats inom provytorna icke fullt bringas i överensstämmelse med planteringen.

För närmare undersökning över frågan hur POISSON-fördelningens medeltal bör väljas vid ovannämnda beräkningar har endast ett material av kartlagda sådder stått till förfogande. Sannolikt uppvisa emellertid norrländska sådder och planteringar ungefär lika grad av oregelbundenhet, varför materialet torde få anses användbart för ifrågavarande ändamål. Det visade sig, att de gallrade POISSON-fördelningarna kunde bringas i mycket nära överensstämmelse med de observerade fördelningarna, om deras medeltal var högst omkring 40 % större än såddernas. Dessas medeltal (antal fläckar

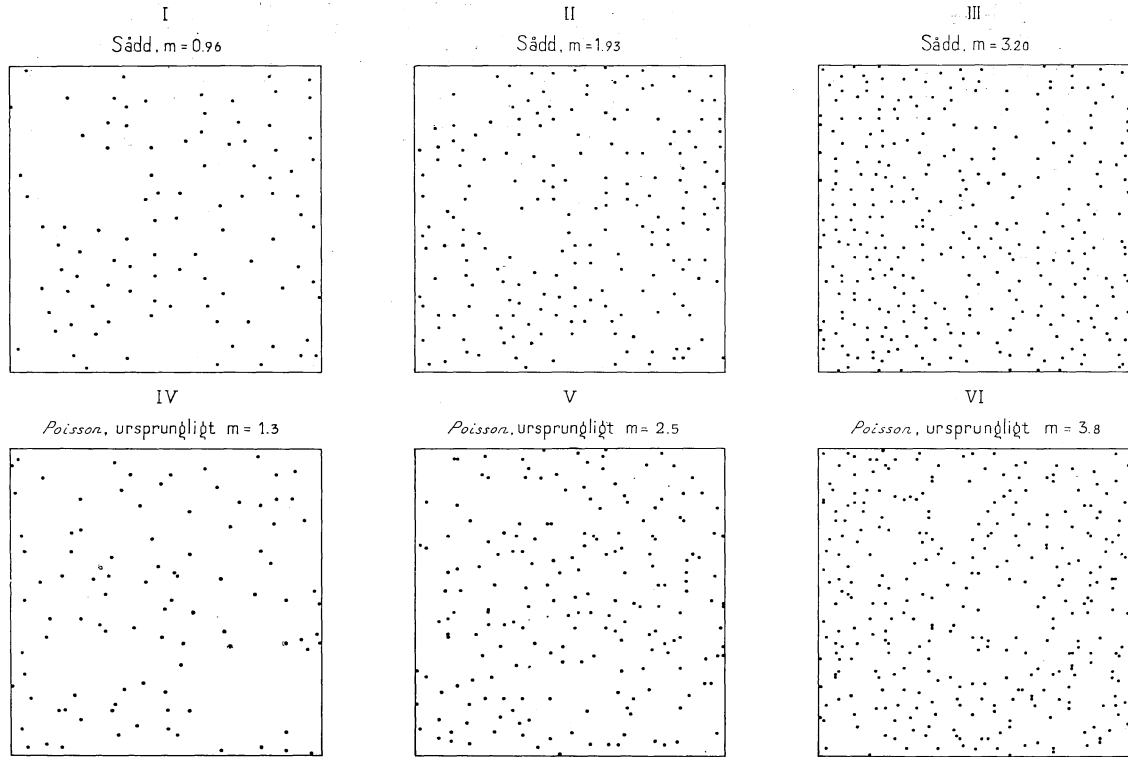


Fig. 55. Jämförelse mellan verkliga sädder och motsvarande Poisson-fördelningar.
Comparison between actually seeded fields (I—III) and corresponding Poisson-distributions (IV—VI).

per provyta) växlade i de 12 undersökta fallen mellan 0,8 och 3,2 och procenttalet nollstreck mellan omkring 1 och 12 %. Intervallet $m = 1$ till $m = 3$ omfattar de förband, som för närvarande torde vara av huvudsakligt intresse, nämligen från 2,5 till 1,4 m. Materialet visade, att såddernas medeltal i genomsnitt behövde höjas med 28 % (1 värde på 1 %, de övriga 11 värdena mellan 20 och 40 %). Sådderna utfördes under åren 1945—1948 och kartlades sistnämnda år. Med tämligen stor säkerhet kommer inom de närmaste åren nollfläcksprocenten att öka, vilket verkar i riktning mot en sänkning av procenttillägget. Av den anledningen och även därför, att siffran i fråga på nuvarande stadium icke bör pressas alltför hårt, torde vi för jämförelsemetoden lämpligen böra använda ett nedåt till 25 % avrundat värde.

Den mot en i praktiken utförd plantering eller sådd svarande POISSON-fördelningen bör alltså ha ett medeltal, som i genomsnitt är 25 % högre än skogsodlingens, då tills vidare hänsyn tas endast till arealfördelningen. Om skogsodlingens medelantal plantor (fläckar) per yta är m , bör alltså POISSON-fördelningen ha medeltalet $1,25 m$ plantor per yta.

Fig. 55 visar kartbilder dels av sådder med olika antal fläckar per yta (I—III), dels av de gallrade POISSON-fördelningar, som svara mot sådderna (IV—VI). Bilderna I och IV ha samma medeltal, likaså II och V samt III och VI. Parvis äro dessa fördelningar identiskt lika så till vida, att antalet ytor med 0, 1, 2 . . . plantor är lika stort i båda till samma par hörande fördelningar. De gallrade POISSON-fördelningarna (IV—VI) äro dock icke fullt så jämna som sådderna. Större likhet även i fördelningen inom provytorna hade kunnat uppnås genom att utgå från POISSON-fördelningar med mer än 25 % större medeltal än sådderna. Det torde emellertid kunna ifrågasättas om den skogliga betydelsen av plantornas orientering inom så små arealer som 6 m² är nog stor för att motivera detta. Redan vid det första gallringsingreppet kommer sannolikt större delen av de på det tidiga plantstadiet iakttagbara skillnaderna i arealfördelning att utplånas.

Vi kunna nu vad arealfördelningen beträffar göra övergången från skogsodlingar till POISSON-fördelningar. Förut ha vi visat, att de naturliga föryngringarnas ENEROTHS-fördelningar genom normalisering kunna bibringas en viss grad av jämnhet. För att sammanknyta kedjan mellan skogsodlingen och den naturliga föryngringen återstår alltså steget mellan den normaliserade ENEROTHS-fördelningen och någon lämplig POISSON-fördelning. Detta steg är långt ifrån lätt. Den uppgift vi föresatt oss att lösa består i att finna motsvarigheten mellan de extremt gruppställda, naturliga föryngringarna och de till synes ojämförligt likformiga skogsodlingarna. Detta kan givetvis ske så, att vi utgå från mycket plantrika naturliga föryngringar, som gallras så hårt, att de kvarvarande plantorna komma att stå just där en planta skulle ha haft sin

plats, om marken hade skogsodlats. Denna lösning på problemet måste emellertid betraktas som oanvändbar på grund av de oerhört höga fordringar, som därigenom ställas på de naturliga föryngringarnas plantantal.

I stället gå vi till väga på följande sätt. Problemet gäller att till en normaliserad ENEROTHS-fördelning anpassa en POISSON-fördelning så, att de oundvikliga avvikelserna mellan de båda fördelningarnas klassfrekvenser bli så litet påfallande som möjligt. Om vi beteckna den normaliserade ENEROTHS-fördelningens procentuella frekvens i klassen i med N_i och POISSON-

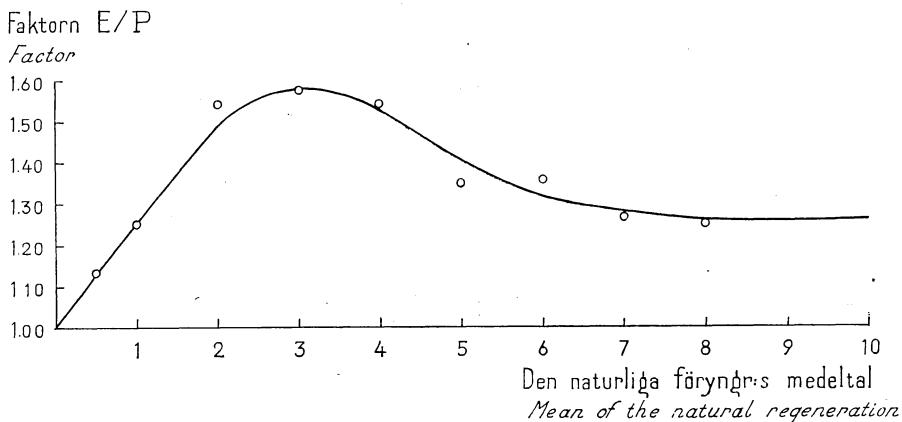


Fig. 56. Kvoten mellan den naturliga föryngringens medeltal E och närmast motsvarande POISSON-fördelnings medeltal P (barrträdsplantor).
Quotient between mean of natural regeneration E and mean of approximately corresponding Poisson distribution P (coniferous plants).

fördelningens procentuella frekvens i samma klass med P_i , har minsta värdet av summan $\chi^2 = \sum_0^{\infty} [(N_i - P_i)^2 / P_i]$ varit till god ledning för bestämmandet av det förhållande mellan fördelningarnas medeltal, vid vilket fördelningarna enligt framställda kartbilder te sig mest likartade. Förhållandet mellan den ursprungliga ENEROTHS-fördelningens medeltal E och närmast motsvarande POISSON-fördelnings medeltal P återges i fig. 56. Kartbilder av normaliserade ENEROTHS-fördelningar med de ursprungliga medeltalen $m = 1, 3$ och 6 samt närmast motsvarande POISSON-fördelningar, vilkas medeltal äro resp. $0,8, 1,9$ och $4,4$, visas i fig. 57.

Vi kunna nu på grundval av de föregående utredningarna uppställa en tabell över de medeltal felfria och normalt höjdfördelade barrträdsplantor per provyta, som enligt vårt värderingssätt motsvara varandra i olika viktiga fördelningar (tab. 32). I rad 1 i tab. 32 står plantantalet i en höjd- och typ-korrigerad naturlig föryngring med genomsnittlig störning och således

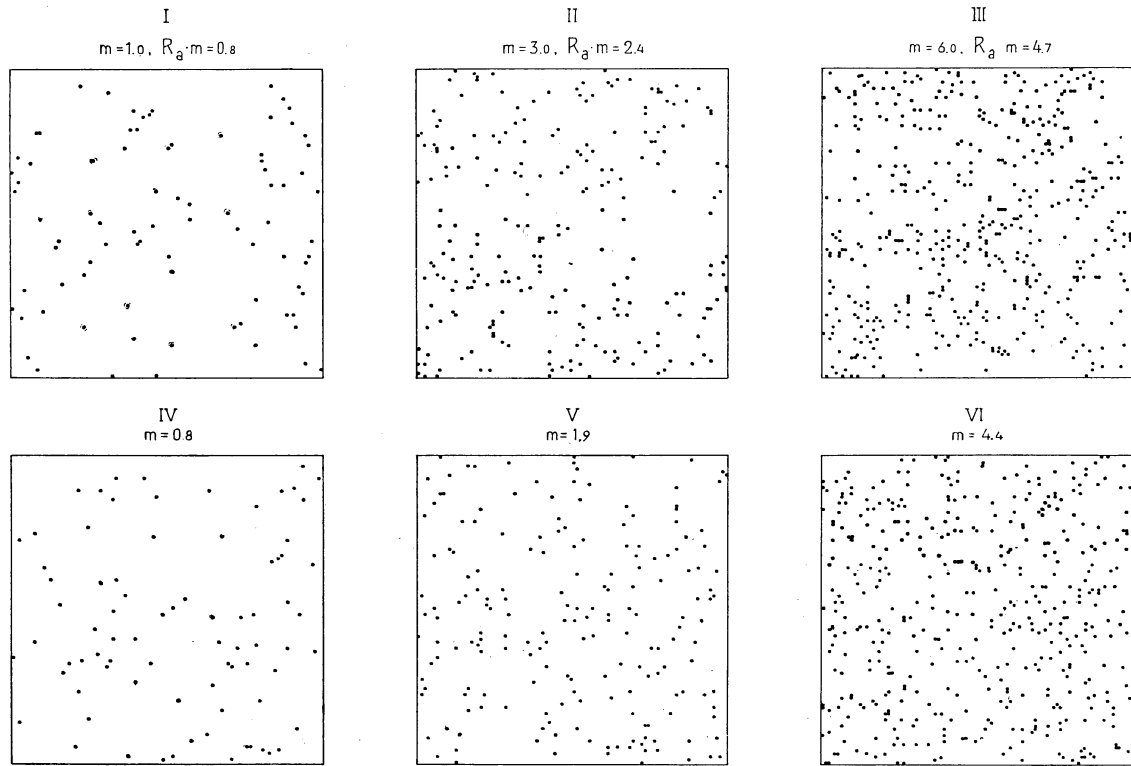


Fig. 57. Kartbilder av normaliserade naturliga föryngringar (I—III) och närmast motsvarande Poisson-fördelningar (IV—VI).

Maps of normalized natural regenerations (I—III) and approximately corresponding Poisson distributions.



S.F.I:s saml., 1942.

Fig. 58. Norrlandstall planterad i 2 m förband.
North swedish pine planted in 2 m spacing.

arealfaktorn 0,790. I rad 2 anges medeltalet i motsvarande normaliserade fördelning (utgörande $0,790 \times$ medeltalen i rad 1). Dessa normaliserade fördelningar motsvara enligt kurvan i fig. 56 Poisson-fördelningar med de i rad 3 angivna medeltalen. Förut ha vi funnit, att en vanlig planterings medeltal bör höjas med 25 % för att ge medeltalet i en motsvarande Poisson-fördelning. Skogsodlingens medeltal utgör alltså siffrorna i rad 3 dividerade med 1,25. Dessa värden, som alltså ange medelantalet plantor eller fläckar i en skogsodling, stå i rad 4. Mot dessa plantantal svara de i rad 5 angivna, genomsnittliga kvadratförbanden.

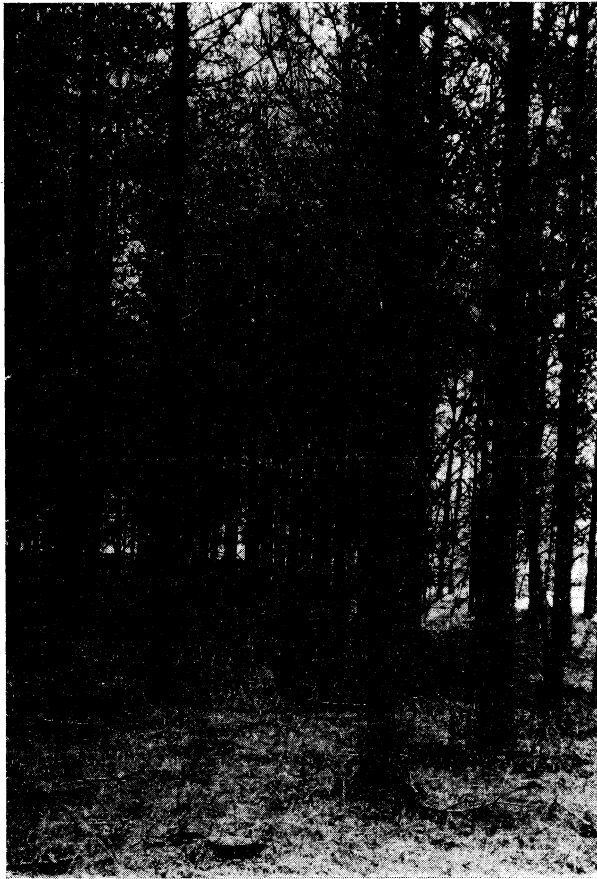
För att förklara de i rad 6 upptagna siffrorna måste följande förhållanden tas i betraktande. Vid mycket glesa planteringsförband bli plantor av vanligt utsäde med tiden starkt spärrvuxna och grovgreniga. De skulle vid

undersökning en viss tid, t. ex. 30 år, efter planteringen ha åsatts ett relativt lågt viktindex. Då vi ta hänsyn till viktindex (typfaktor) vid bedömandet av de naturliga föryngringarna, bör så ske även i fråga om planteringarna. Visserligen veta vi ytterst litet om typfaktorns värde i olika slag av skogsodlingar och vid olika förband, men vi kunna dock icke underlåta att med ledning av allmän erfarenhet och ett fåtal undersökningar söka göra en så god bedömning därav som möjligt. Vi kunna därvid utgå från det allmänt kända förhållandet, att lyckade planteringar i omkring 1,3 m förband ge upphov till träd av fullgod typ, alltså med viktindex 1,0. Vid omkring 2,5 m förband däremot uppstå enligt institutets förbandsförsök med tall (jfr LANGLET (1937), NÄSLUND (1944)) starkt vidkroniga och spärrvuxna typer. Enligt typschemat tab. 8 bör viktindex i detta fall ha värdet 0,7. Det kan nämnas, att en siffra av denna storlek ej förefaller oberättigad ur ekonomisk synpunkt. Redan en kvalitetsnedsättning från osorterat till kvinta medför en värde-minskning av 25 %, vartill kommer förluster genom dyrare avverkning och transport. Genom att förbinda de två ovan bestämda punkterna med en kurva på sätt fig. 60 visar, torde vi få anse oss ha gjort vad som för närvarande kan göras i denna ännu alltför ofullständigt utforskade fråga. Fig. 60 avser närmast planterad tall. För sådd tall och planterad, resp. sådd gran har kurvan säkerligen ett något avvikande förlopp. Närmare hållpunkter för hur den i dessa fall bör se ut saknas emellertid, varför den i fig. 60 angivna kurvan t. v. måste godtagas som en första orientering (jfr även nästa avsnitt). På grundval av fig. 60 och uppgifterna i tab. 32 rad 5 kan nu lätt beräknas, vilka förband som efter typkorrektions motsvara förbanden i rad 5. Dessa förband anföras i tab. 32 rad 6. Den sålunda utförda typkorrektions avser planterade bestånd vid ett så framskridet åldersstadium — låt oss säga omkring 30 år — att trädtypen hunnit anta sitt för förbandet typiska utseende.

Med ledning av uppgifterna i tab 32, raderna 6 och 2 kan slutligen för varje förband beräknas hur många plantor per hektar, som finnas i motsvarande jämförelseföryngring, (se sid. 102). Beräkningen har utförts i tab. 33, som för förband från och med 1,0 till och med 3,3 m med 1 dm intervall anger dels planteringsens verkliga plantantal, dels motsvarande jämförelseföryngrings plantantal per hektar (kol. 3 a och 3 b, se nedan). Sistnämnda siffror kunna direkt jämföras med plantantalen i de naturliga föryngringarnas jämförelseföryngringar, d. v. s. med värdet $R_a \cdot R_h \cdot R_i \cdot N$ enligt (31).

Jämförelse mellan de naturliga föryngringarna och planteringar

Vid beräkningen av tab. 33, som avser att möjliggöra jämförelser mellan naturliga föryngringar i vilken ålder som helst från 0 till 30 år å ena sidan och 30-åriga planteringar å den andra, måste den sannolika typut-



S.F.I.s saml., 1936.
Fig. 59. Sydsvensk tall planterad i 2 m förband.
South swedish pine planted in 2 m spacing.

vecklingen bedömas antingen för planteringarna eller för jämförelseföryngringarna. Det senare alternativet har här valts, vilket leder till de i tab. 33 kol. 3 a och 3 b angivna gränsvärdena för jämförelseföryngringarnas plantantal.

Kol. 3 a avser därvid jämförelser mellan naturliga föryngringar och planteringar, då de förra ha samma utvecklingsgrad (approximativt = ålder) som en 30-årig plantering. Kol. 3 b har erhållits genom att dividera siffrorna i kol. 3 a med planteringarnas typfaktor enligt fig. 60. Dessa värden på jämförelseföryngringarnas plantantal äro avsedda att tillämpas vid jämförelser mellan mycket unga naturliga föryngringar och 30-åriga planteringar. Vi kunna enligt fig. 39 anta, att plantorna i nollåriga nyföryngringar äro

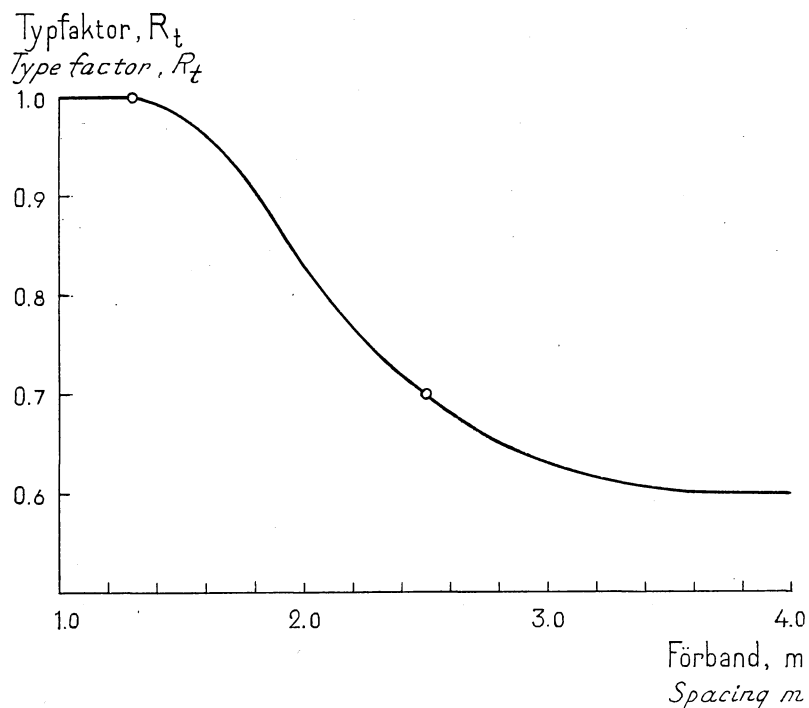


Fig. 60. Typfaktorn för planteringar i olika förband.
Type factor of plantations of different spacings.

felfria, ehuru sådana föryngringar visserligen knappast existera. De båda serierna i kol. 3 a och 3 b bli härigenom gränsvärden, sålunda att kol. 3 a gäller för 30-åriga och kol. 3 b för 0-åriga föryngringar. För mellanliggande åldrar ligger jämförelseföryngringens plantantal mellan dessa gränser.

Det vid första påseendet svåröverskådliga sammanhanget kan förtydligas på följande sätt. 1. Vi ha en 30-årig naturlig föryngring, som gallras, plantskogsröjes och typsättes enligt givna regler. Dess jämförelseföryngrings stamantal är $R_a R_b R_t N =$ låt säga 3050 fullgoda plantor. Detta motsvarar enligt tab. 33, kol. 3 a en 30-årig plantering i 2,0 m förband. 2. Den naturliga föryngringen har fullgod typ, men är endast t. ex. 5 år gammal. Den behandlas på samma sätt som ovan och ger även resultatet $R_a R_b R_t N = 3050$. Nu kan den emellertid, efter det de nämnda åtgärderna verkligen utförts, och under förutsättning att inga plantor därefter tillkomma eller avgå, icke motsvara en 30-årig plantering. Ty dess struktur och gleshet äro nu ungefär desamma som planteringens, och under växttiden från 5 till 30 år försämras dess typ så som om den vore en plantering, för att

vid 30 år följaktligen ha antagit åtminstone i det närmaste samma värde som i denna. Om den undersökes då, kommer dess jämförelseföryngring endast till följd av typförsämringen att understiga 3050 plantor och bli $= 3050 \times 0,825$, där $0,825 =$ typfaktorn för 2,0 m förband. — Vi måste följaktligen i detta fall kräva ett större plantantal i jämförelseföryngringen, nämligen $3050/0,825 = 3700$ (avrundat). I själva verket är växttiden i exemplet 25 år och den 5-åriga naturföryngringen är i allmänhet icke fullgod. Därför böra vi interpolera mellan de i tab. 33 beräknade gränserna, varvid vi skulle erhålla värdet 3590.

Med ledning av uppgifterna om barrskogsföryngringens plantantal i tab. 14 och de kombinerade korrektionsfaktorerna i tab. 31 ha i tab. 34 jämförelseföryngringarnas plantantal per ha beräknats för ett antal kombinationer av höjd över havet, antal fröträd och hyggesålder. Uppgifterna i tab. 34 avse enligt våra tidigare utredningar relativt jämnt arealfördelade föryngringar (jfr fig. 57: I—III) med en höjdfördelning liknande den, som uppstår i likåldriga bestånd och bestående av plantor, som efter en bestämd värderingsgrund (tab. 8) omräknats till fullgoda (typkorrigerats). Mot dessa plantantal svarar approximativt de i tab. 33, kol. 3a och 3b angivna plantantalen. Dessa plantor äro fördelade över arealen på ungefär samma sätt som plantorna i tab. 34 (jfr fig. 57), ha ungefär samma höjdfördelning och äro värderade efter samma grunder. Plantantalen i jämförelseföryngringarna tab. 33 motsvara vidare de i samma tabell (kol. 1) angivna planteringsförbanden (jfr fig. 55). Följaktligen motsvara jämförelseföryngringarna i tab. 34 vissa i tab. 33 angivna planteringsförband. Dessa kunna vi således finna genom att gå från ett givet plantantal i tab. 34 till ett lika stort plantantal i tab. 33 beläget alltefter hyggesåldern mellan kol. 3a och 3b, och slutligen därifrån horisontalt ut till kol. 1, där motsvarande planteringsförband kan avläsas.

Ett par saker torde i detta sammanhang särskilt böra framhållas.

Det är en allmän erfarenhet, bestyrkt bland annat av NÄSLUND (1944) och EKLUND och HUSS (1946), att virkeskvaliteten blir något bättre i sådda än i planterade bestånd, då förbandet är lika. Som förut sagts (sid. 109) saknas bestämda hållpunkter för en uppskattning av skillnadens betydelse i detta sammanhang. Det torde emellertid vara förklarligt, om man trots detta rent omdömesmässigt vill söka bilda sig en ungefärlig uppfattning härom. Ett försök i den riktningen har gjorts. Resultatet blev följande. Mot planteringar intill omkring 1,7 m förband svara ur kvalitetssynpunkt sådder i ca 15 cm större förband och mot planteringar i förbandsintervallet 1,8—2,0 sådder i omkring 20 cm större förband. — Vi skola exemplifiera hur dessa uppgifter böra utnyttjas. Om vi ha en 30-årig naturlig föryngring, vars jämförelseföryngring innehåller 3050 plantor per ha (se tab. 33), kan en plantering i 2,0 m förband beräknas ge ett ungefär likartat resultat, och ävenså en

sådd i $2,0 + 0,2 = 2,2$ m förband. Vi kunna däremot icke vända på saken och påstå, att om en plantering i 2,0 m förband kan godkännas och följaktligen också en sådd i 2,2 m förband, så fordras av en godkännbar jämförelseföryngring endast 2 250 plantor per ha (se tab. 33).

Vid den nu genomförda jämförelsemetoden tas hänsyn endast till plantantalet samt till föryngringarnas struktur och typ (jfr kap. IX). Den tid som åtgår för att uppnå ett visst resultat tas däremot som förut sagts ej i betraktande. Tillbakasettningen av en naturlig föryngrings utvecklingsstadium genom plantskogsröjning är emellertid en viktig faktor, som kan spela en betydelsefull roll vid en värdesättning av vissa föryngringar ur ekonomisk synpunkt. I fråga om den här studerade typen av föryngringar synes dock utvägen att hugga underifrån för att därigenom undvika tidsförlust icke ha nämnvärda utsikter att i allmänhet leda till gynnsamma resultat. Detta framgår skenbart rätt väl vid jämförelser mellan tab. 14 och tab. 20, men torde i själva verket vara en fråga, som tarvar ytterligare utredning.

Jämförelsemetoden ensam utgör visserligen ej tillräcklig grund för ett ekonomiskt val mellan olika föryngringssätt. Med dess hjälp kan dock en fråga av betydelse för detta val viss mån belysas, nämligen frågan om föryngringstidens och väntetidens längd vid den form av föryngringsvård, på vilken metoden ifråga grundar sig. Vi återkomma härtill i det följande.

Föryngringen på de norrländska granskogsmarkerna

Det väsentliga syftet med denna avhandling har varit att framlägga det material och den bearbetning därav, på vilka vi kunna grunda ett omdöme om föryngringsresultatet på de undersökta trakternas obrända granskogshyggen. De skogliga slutsatserna ha i huvudsak dragits redan tidigare (TIRÉN, 1945) och behöva därför icke i detalj upprepas här. Efter år 1945 har materialet emellertid delvis ombearbetats. En del smärre förändringar av 1945 års siffror ha därvid uppstått. Vi skola först i korthet angiva dessa förändringar.

Arealfaktorns medeltal var enligt 1945 års bearbetning 0,77 och har ändrats till 0,79. Höjdfaktorn har beräknats enligt en ny funktion, vars värden något avvika från den år 1945 använda. Skillnaden är ringa. För hyggesåldern 5 år var höjdfaktorn år 1945 = 0,95 mot 0,96 nu, för hyggesåldern 15 år äro de lika, och för hyggesåldern 30 år var den år 1945 = 0,77 mot 0,73 nu. Viktindex är oförändrat. Ökningen av plantantalet från en plantering till dess närmast motsvarande POISSON-fördelning beräknades år 1945 till 18 % av planterings plantantal. Ökningen har nu höjts till 25 %. Viktindex i planteringar angavs år 1945 till 0,95. Detta värde har nu ersatts av kurvan i fig. 37, vilket är den viktigaste olikheten. Dessa förändringar ha till följd, att för-

yngringsresultatet enligt tabellerna 33 och 34 uppskattas något annorlunda än som skedde år 1945. Skillnaden föranleder dock ingen väsentlig ändring av de slutsatser, som sistnämnda år drogos av undersökningsresultaten.

Här är icke platsen att avgöra vad som bör räknas som god eller nöjaktig föryngring. En diskussion av de i realiteten uppnådda föryngringsresultaten föres dock lättast med hjälp av vissa hållpunkter i detta avseende. Förden skull antaga vi, att en nöjaktig föryngring i de ifrågavarande trakterna kan erhållas upp till 200 m ö. h. genom plantering i 1,6 m förband samt att plantering i glesare förband än 2,0 m i intet höjdläge leder till fullt godtagbart resultat. De naturliga föryngringarna i denna undersöknings material bestå i regel av både tall och gran — genomsnittligt till ungefär lika delar — varför de angivna förbanden kunna betraktas som medeltal av något trängre förband avseende ren tall och något vidare förband avseende ren gran. Björken lämnas tills vidare utanför diskussionen.

Under de sålunda för exemplifiering av jämförelsemetoden fastställda antagandena skulle vi genom direkt jämförelse mellan siffrorna i tab. 33, kol. 1 och 3 samt tab. 34 bedöma de på frisk mark faktiskt uppnådda föryngringsresultaten på följande sätt. Enligt tab. 33 motsvaras en plantering i 1,6 m förband av 5 400—5 600, i medeltal för 15-åriga föryngringar 5 500, plantor per ha i jämförelseföryngringen. Tab. 34 upplyser om att de naturliga återväxternas jämförelseföryngringar vid en höjd över havet av 100 m i medeltal uppnått detta plantantal redan innan 10 år förflutit efter avverkningen, oavsett om fröträdsantalet varit, 10, 30 eller 50 st. per ha. Vid 150 m ö. h. framträder betydelsen av ett tillräckligt antal fröträd, i det att återväxten ej kan bedömas som nöjaktig efter 10 år, om fröträdsantalet varit så lågt som 10 st. per ha. I detta fall fordras omkring 17 år för uppnående av 5 500 plantor i jämförelseföryngringen, medan 10 år är mer än tillräckligt, då fröträdsantalet är 30 eller däröver.

Innan vi gå vidare torde det vara lämpligt att redogöra för innebörden av de båda på sid. 113 utan närmare förklaringar använda termerna föryngringstid och väntetid. Med föryngringstid avses här det antal vegetationsperioder, som förflyta från den väsentliga föryngringshuggningen och till, men icke med, den vegetationsperiod, under vilken ett visst nöjaktigt eller eljest önskvärt föryngringsresultat uppnås.

I skogsekonomiska kalkyler är väntetiden — framför allt väntetiden på naturlig föryngring — en viktig faktor. Därmed avses tiden från föryngringshuggningen till det år, som kan betraktas som beståndets födelseår, vilket är detsamma som undersökningsårtalet minskat med medelåldern hos det kvarvarande plantbeståndet, under förutsättning att detta kan anses som nöjaktigt eller eljest har uppnått önskvärd täthet. Sambandet mellan plantantal och hyggesålder är visserligen icke linjärt utan krökt i sådan riktning,

att väntetiden blir något mindre än hälften av föryngringstiden. Å andra sidan sker genom plantskogsröjningen en sänkning av beståndets medelålder, vilket verkar i riktning mot en höjning av väntetiden. Utan annan motive-ring än denna godta vi för tillfället som en approximation den regeln, att väntetiden är hälften av föryngringstiden.

Sålunda finna vi, att vid 100 m ö. h. föryngringstiden är mindre än 10 år och väntetiden mindre än 5 år. Vid 150 m ö. h. och 30 fröträd eller mer gäller detsamma. Om fröträden endast äro 10 st. per ha är dock föryngringstiden ca 17 år och väntetiden 8,5 år.

Vid en nivå av 200 m ö. h. se vi av tab. 34, att under förutsättning av 30 fröträd per ha nöjaktigt föryngringsresultat uppnås efter ca 17 år (väntetid alltså ca 8,5 år), medan vid 50 fröträd per ha föryngringstiden är obetydligt över 13 år och väntetiden 6,5 år. 10 fröträd per ha ge i detta höjdläge icke nöjaktig föryngring ens efter 30 år. För att komma ned till en föryngringstid av 20 år och en väntetid av 10 år måste vi här sänka fordringarna på nöjaktig föryngring från ca 5 500 till 4 300 plantor i jämförelseföryngringen, d.v.s. öka förbandet från 1,6 m till 1,8 m.

Ovanför 200 m ö. h. sker en snabb försämring av betingelserna för nöjaktig föryngring. Om vi med förbigående av höjdläget 250 m gå direkt till 300 m ö. h. observera vi, att 5 500 plantor i jämförelseföryngringen över huvud taget ej kunna erhållas i genomsnitt för ett större antal hyggestrakter. 10 fröträd per ha ge i detta höjdläge efter 20 år och en väntetid alltså av ca 10 år ej bättre föryngringsresultat än som motsvarar en plantering i 2,3 à 2,4 m förband. Även om fröträdsantalet är 50 st. per ha, frambringas därigenom efter en 20-årig föryngringstid ett föryngringsresultat endast motsvarande en plantering i ca 2,1 m förband, vilket enligt våra antaganden ej kan godtagas som nöjaktig föryngring. Ovanför 300 m ö. h. försämras betingelserna för naturlig föryngring på de obrända granskogsmarkerna än mera, och redan vid 350 m ge t. ex. 30 fröträd per ha efter 20 år ett medelresultat, som motsvarar en plantering i omkring 2,5 m förband. På medelgoda marker i detta höjdläge kan ett sådant resultat säkerligen ej anses som tillfredsställande.

De slutsatser vi således komma till äro utan tvivel ägnade att ingiva allvarliga farhågor för det norrländska skogsbrukets framtid särskilt inom de ofantliga skogsmarksvidder, som ligga mer än 250 à 300 m ö. h. Säkert finnas ännu många förbättringar att göra inom föryngringshuggningens, hyggesskötselns och återväxtvårdens områden, varigenom vi kunna hoppas att i framtiden nå gynnsammare resultat än vi hittills gjort. Men likväl måste vi medge, att stora arealer skogsmark i Norrland icke äro och icke heller kunna bringas till god produktion av barrskog utan hjälpåtgärder av olika slag. Sådana åtgärder ha numera allmänt börjat komma i gång. Därigenom lägges ett tungt ansvar på den nuvarande skogsmannagenerationens skuldror, ty på dess arbete beror det i hög grad, hur Norrlands framtida virkesskördar skola gestalta sig.

Förteckning över viktigare svensk litteratur samt handböcker

(Härtill riklig, ej särskilt förtecknad norsk och finsk litteratur, behandlande likartade frågor).

- ADR. G., 1878. Om marbuskar. — Skogsvännen.
- AMILON, J. A., 1929. Hygesskötsel och föryngringen inom mossrika skogar till Vacciniumtypen inom Örå revir. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- ARNBORG, T., 1945. Det nordsvenska skogstypsschemat. Stockholm.
- 1947. Föryngringsundersökningar i Mellersta Norrland. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- BERG, Å., 1929. Den nya skogen. Studier från Övre Norrlands svärföryngrade skogsmarker. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1932. Studier över restbeståndet i den svärföryngrade granskogen. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- BERONIUS, G., 1917. Om skogsbestånden i Norrland och deras stämpling. — Skogar och skogsbruk.
- 1920. Om hyggesrensning (jämte tillägg till d:o). — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- BONNIER, G. och TEDIN, O., 1940. Biologisk variationsanalys. Stockholm.
- CARLGRÉN, M., 1925. Skogsbruk och skogsindustrier i norra Sverige, Kap. 2, Skogsvården. — Norrl. Handbibl., X.
- 1933. Om föryngringsåtgärder på råhumusmarker av Myrtillostyp. Ett diskussionsinlägg. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- C., G., H., (HOLMERZ), 1877. Om sjelfsådd och skogsodling. — Skogsvännen.
- CHARLIER, C. V. L. 1920. Vorlesungen über die Grundzüge der mathematischen Statistik. Hamburg.
- EKLUND, B. och HUSS, E., 1946. Undersökningar över äldre skogskulturer i de nordligaste länen. Medd. fr. Statens skogsf. inst., Bd. 35:6.
- ENEROTH, O., 1929. Om granfröets spridningsvidd. — Skogen.
- 1931. Om skogstyper och föryngringsförhållanden inom lappmarken. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1934. Om skogstyper och föryngringsförhållanden i lappmarken, II. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1937. Om självsådden på några gamla kalbyggen. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1945. Om frömängden vid fläcksådd samt om sambandet mellan plantantal pr ha och slutenhetsgrad vid självsådd. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- F. B., 1877. Rödjen hyggena väl. — Skogsvännen.
- FISHER, R. A., 1928. Statistical Methods for Research Workers. Edinburg & London.
- 1947. The Design of Experiments. Edinburg & London.
- FORSSLUND, K.-H., 1936. Några farliga fiender till barrträdens groddplantor i Norrland. — Skogen.
- 1943. Studier över det lägre djurlivet i nordsvensk skogsmark. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst. H. 34.
- GRANLUND, E. och WENNERHOLM, S., 1934. Sambandet mellan moräntyper samt bestånds- och skogstyper i Västerbottens lappmarker. — Sveriges geol. unders. årsbok.
- GRANLUND, E., 1935. Skogstypernas geologiska betingelser. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- GRENANDER, T., 1927. Kan som regel naturlig föryngring erhållas i Norrland och kulturer bli undantag? — Skogen.
- HEDEMANN-GADE, E., 1929. Om tall- och granfrös spridningsvidd. — Skogen.
- HELMERT, F. R., 1924. Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Leipz. & Berlin.
- HESSSELMAN, H., 1916—17. Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 13—14.
- 1926—27. Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. I. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 23.
- 1930—31. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 26.

- 1932—34. Några studier över fröspridningen hos gran och tall och kalhyggets besåning. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 27.
- 1937. Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik *Vaccinium*typ och dess inverkan på skogens förnyring och tillväxt. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 30.
- 1938. Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning och kalhyggets besåning. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 31.
- 1939. Granens förnyringssvårigheter på örtrik mark och dess orsaker. — Botan. Notiser.
- HOLMBÄCK, B., 1932. Förnyringens möjligheter i Norrbottens lappmark. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- HOLMGREN, A., 1914. Blädning och trakthuggning i norrlandsskogar. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- HOLMGREN, A. och TÖRNGREN, E., 1932. Studier i den norrländska förnyingsfrågan. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- HOLMGREN, A., 1935. Något om kulshuggning i gamla råhumusgranskogar i Norrland. — Skogsvännen.
- 1942. Bidrag till kännedomen om de norrländska gamla råhumusgranskogarna med särskild hänsyn till deras avverkning och förnyring. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- KALLIN, K. E., 1926. Förnyingsstudier i Norrlands skogar, utförda under åren 1922—1924. Stockholm.
- KEMPE, FR., 1909. Skogshushållning i Norrland, ett program. — Norrl. Handbibl., III.
- 1924. Några ord om grunderna för den norrländska skogshushållningen. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- KENDALL, M. G. and BABINGTON SMITH, B., 1946. Tables of Random Sampling Numbers. Cambridge.
- KOLMODIN, G., 1937. Vissa avverkningsformer och förnyringstyper i överåriga barrskogar etc. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- LINDBERG, F., 1916. Några ord i marbuskfrågan. — Skogen.
- LOVÉN, FR., 1902—03. Om förnyingssätten i våra skogar. — Skogsvännen.
- 1911. De undertryckta barrträdens utvecklingsmöjligheter. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- LUNDERQUIST, TH., 1934. Mellersta Norrlands råhumusskogar, några synpunkter på deras skötsel och förnyring. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- LINDGREN, N., 1918. Små eller stora trakthyggen? — Skogsvännen.
- MALMSTRÖM, C., 1926. The Experimental Forests of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden. Vegetation. — Statens skogsförsöksanst. exkursionsledare, XI.
- 1939. Norrlands viktigaste skogstyper. — Sveriges natur.
- NORDFORS, G., 1928. Några synpunkter på hyggesvården inom Norrlands svårförnygrade råhumusgranskogar. — Skogen.
- 1935. Hyggesrensning och annan hyggesbehandling inom Norrlandsskogar. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- NÄSLUND, M., 1935. Ett gallringsförsök i stavagranskog. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 28.
- 1940—41. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 32.
- 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 33.
- 1944. Erfarenheter av skogsodling. Diskussionsinlägg. Sv. Skogsv. fören. tidskr. Nr 2.
- 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. — Medd. fr. Statens skogsv.förb. inst., B. 36.
- OLOFSSON, N. M., 1941. Några erfarenheter från förnyingsarbetet å äldre, degenererade hyggestrakter i övre Norrland. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- PETRINI, S., 1932—34. Ett 25-årigt försök med naturförnyring i norrländsk råhumusgranskog. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 27.
- 1935. Till kännedomen om råhumusgranskogens förnyring. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- PETTERSON, H., 1932. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök, en bearbetning och ett program. — Svenska skogsv.fören. tidskr.

- 1934. Några synpunkter på metodiken vid korrelationsanalys. — Svenska skogsv.-fören. tidskr.
- 1937. Utvecklingsprognoser för skogsbestånd. 1937 års nordiska skogskongress, exkursion II. Stockholm 1937.
- RENNERFELT, E., 1948. Försök att med kemiska medel förhindra stubbskottbildning hos björk på hyggen. — Medd. fr. Statens skogsforskn.inst., Serien uppsatser nr 7, särtryck ur Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- ROMELL, L.-G., 1934. En biologisk teori för mårbildning och måraktivering. Stockholm.
- 1938. Markreaktionen efter gallringar och dess orsaker. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- RONGE, E. W., 1936. Skogsmarkstyper och beståndsbehandling. Ett försök till populär, lokal »Skogsvårdskatekes». — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- RYDBECK, E., 1922. Om hyggesvård. — Skogen.
- SCHOTTE, G., 1924. Några norrländska skogsförnyngningsproblem, II. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 21.
- SJÖSTRÖM, H., 1935. Barrskogens återinvandring på några äldre björkbrännor i råhumusgranskog i höjdlägen inom Västerbottens lappmark. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1947. Synpunkter på de norrländska urskogsbeståndens avveckling och förnying. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- SNEDECOR, G. W., 1946. Statistical Methods. Ames, Iowa.
- TAMM, O., 1930—31. Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterränger. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 26.
- 1935. Ett försök till klassifikation av skogsmarken i Sverige. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 28.
- TIRÉN, L., 1934. Några iakttagelser över den naturliga förnyingens uppkomst på Kulbäckslidens försökspark. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 28.
- 1937. Skogshistoriska studier i trakten av Degerfors i Västerbotten. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 30.
- 1940—41. Till frågan om hyggesmognadens betydelse vid skogsodling. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 32.
- 1945. Erfarenheter av naturlig förnying i Norrland. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., Serien uppsatser nr 2, särtryck ur Svenska skogsv.fören. tidskr.
- WELANDER, P. O., 1944. Rönnens förekomst och reproduktion i granskogar inom det norrländska inlandet. — Svensk botan. tidskr., H. 2.
- WIBECK, E., 1913. Om självsådd och skogsodling i övre Norrland. — Medd. fr. Statens skogsförsöksanst., H. 10.
- 1917. Skogsförnyngningsfrågan i Norrland. — Skogar och skogsbruk.
- 1928. Barrskogens förnyngningsbiologi i övre och inre Norrland. — Skogen.
- 1934. Om betingelserna för barrträdsfröets självklängning och vindspridning i norra Sverige. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- VRETLIND, J. E., 1931. Bidrag till belysande av de norrländska tallhedsproblemen. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1934. Naturbetingelserna för de nordsvenska, järnpodsolerade moränmarkernas tallhedar och mossrika skogssamhällen. — Svenska skogsv.fören. tidskr.
- 1934. Bidrag till belysande av förnyngningsbetingelserna på övre Norrlands tallhedsmarker. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- WHITTAKER, E. T. and ROBINSON, G., 1926. The Calculus of Observations. London.
- ÖRTENBLAD, TH., 1884. Om återväxten i Norrbottens skogar. — Tidskr. för skogshush.
- (sign. VITUS), 1886. Om skogseldarna med afseende på det nordligaste Sverige. — Skogsvännen.
- (sign. VITUS), 1886. Granen förtränger tallen. — Skogsvännen.
- (sign. TEMPORA MUTANTUR), 1887. Hur skola de norrländska skogarne väl förnygras? — Skogsvännen.
- 1894. Om skogarne och skogshushållningen i Norrland och Dalarne. — Bih. till Domänstyr. underdån. berätt. etc. år 1893.
- 1900. Hurudana träd böra vid afverkningen kvarlemnas för att möjligen erhålla god självsådd? — Årsskr. för fören. för skogsv. i Norrland.
- 1902. Om förnying af hedland i öfre Norrland. — Skogsvännen.

Abridgement

On natural regeneration in unburnt cutting areas in Norrland spruce forests

Introduction

Regeneration can be brought about with or without artifices of various kinds. By natural regeneration is meant in this connection, the raising of a regeneration without any artifices in the form of seeding, planting, ripping of the soil, burning or other measures for the preparation of the ground. Removal of timber and waste from a cutting area, however, is regarded as a measure normally belonging to the methodics of natural regeneration.

When it comes to taking a position to the question of how regeneration is most suitably realized, a knowledge of the biological possibilities of the various regeneration methods is of basic importance. The eventual economic decision will have to be founded on this knowledge. Our knowledge of the biological possibilities of regeneration are imperfect in many respects, however, both as regards natural regeneration and artificial forestation and as regards intermediate methods. In view of this, the following report on a regeneration investigation carried out at the forest department of the forest research institute of Sweden, chiefly during the years 1939—1942, should be of interest as it makes it possible to elucidate certain sides of the problem of natural regeneration in Norrland. The investigation was restricted to unburnt cutting areas in spruce forest or in slightly pine-mixed spruce forest within the provinces of Västerbotten, Västernorrland and parts of Jämtland. A few of the most essential results have previously been put forth in a paper read at the 1945 forest week and published in *Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut*, Serien uppsatser nr 2, off-print from Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift nr 2, 1945.

I. Chief outlines of the planning and execution of the investigation

On account of the rapidly proceeding logging of the old spruce forests in Norrland it was considered important when the investigation started, to reach as soon as possible an understanding of the prospects of its natural regeneration. For this reason the investigation is based on observation of the number of plants in already extant cutting areas of otherwise different ages and qualities. In this case the sampling of the material is an one-time job that can be concluded comparatively fast. The more complete solution of the problem, which could with certainty be attained through the observation of gradual changes of the plant result in permanent sample plots, would demand considerably more time and was therefore out of the question.

The "static" method of work thus applied here, implies briefly for this investigation the following. The young growth is observed in a number of sample plots, distributed on cutting areas of varying qualities. The planting result is influenced by a number of circumstances such as e. g. height above sea level, number of years elapsed since the cutting, number of seed trees surrounding the plots, closeness to edge of forest, vegetation type etc. These different qualities should therefore also be observed in each individual sample plot. It is our aim to find, with the help of the investigation material, the relation between the planting result — the dependent variable — and the other factors — the independent variables. When we have found such a relation, which can then be expressed more or less perfectly in the form of an equation, it can be used to calculate the probable planting result for an arbitrarily chosen combination of independent variables. Should this calculation have prospects of being correct, however, special demands have to be put on the material on which it is based.

An essential condition is that the composition of the material is not distorted through a subjective selection of better or worse regenerations. No guarantee for freedom from subjectivity that could stand a critical scrutiny, can be given in the present case. It is the opinion of the author, however, that the selection possibilities have been very restricted.

On account of the scarcity of material fulfilling certain wishes stated more closely hereinafter, almost all cutting areas have actually been used that met certain formal demands as to the independent variables. Of course this does not guarantee that the material forms a random sample representative for the area of investigation, but on the other hand it is extremely improbable that the quality of the material with regard to regeneration has shifted systematically in some direction able to be indicated in advance. — Another important demand is, that no external changes important to the regeneration have taken place in or near the sample plots after the regeneration cutting took place. This is understood from the fact that the regeneration extant in the plot is considered as the result of certain conditions existing in the cutting area at the moment of investigation. Therefore it should be of importance that these conditions have not been changed in essential respects after the cutting was done. For instance seed trees and cull forest should not have been removed, forest borders not changed, etc. When sampling material the greatest importance has been attached to the satisfactory fulfilment of this demand. In some respects it could not be completely fulfilled. Thus the number of seed trees is e. g. normally reduced through repeated stormfalls during the cutting period and through other causes. No regard could be taken to this loss of seed trees, but it can be proved that its influence has not been of any great importance.

Disbelief in the possibilities of natural regeneration is undoubtedly greatest, as regards the raw humus spruce forests at high altitudes. An essential part of the investigation material has therefore been concentrated on the levels over 400 m above sea level. As we are looking for relations that can be described mathematically, however, much material had to be taken from lower levels above sea. The height line of 100 metres has in this case been accepted as the lower line of limitation.

The sampling of material offered much greater difficulties than was expected. These last few decades fellings have proceeded at a great pace. Older cutting areas have in the process been widened to a great extent, have been marked anew or re-

forested and thus been made unsuitable for this investigation. As mentioned before the scarcity of suitable objects for investigation thus made itself felt to a certain extent. Ideas concerning the execution of regeneration felling, prevalent at various times also put their mark on the material of course. In order to illustrate the variation in this respect we shall give a short recapitulation of the outlines of the development.

Cuttings expressly aiming at regeneration were not applied to governmental forests until 1902 and then in the form of group selection cutting. This type of cutting did hardly attain an extensive range until HOLMGREN'S (1914) coulisse cutting method appeared. For some time it was extensively used in overaged spruce forests. This was a method of cutting which, besides promising regeneration, also liberated the executor from the anxiety he felt with greater or less cause about the threat of spruce drying and stormfall. The hopes raised by the coulisse cutting method were not fulfilled completely, but its underlying principle — a more or less complete barring of the ground — remained in the modified types of regeneration cutting that were applied in subsequent years. HESSELMAN (1916—1917) propounded in a well known treatise the importance of nitrogen transformation in the humus cover for the growth and "comfort" of the plants and showed that clear cutting promoted nitrogen mobilization. This lent great support to the method of cutting.

What characterizes the clear cutting method is in the first place, the aim in a short time to found a new regeneration. Small, promising plants originating from the cut stand can of course be left in the cutting, but in that case they represent a deviation from the principle rather. Very early, a cutting method was applied, however, — especially by Mo och Domsjö Aktiebolag — aiming at founding the regeneration to a high extent on the plant material already extant in the old forest at the moment of cutting. Supported by release cutting and draining this method could yield good results in favourable cases.

In the case of coulisse cutting and other forms of compartment cutting the forester has to see to the seeding of the cutting area. This could be done in two ways, often combined, viz. by limiting the size of the cutting, which should afford seeding from surrounding forest borders and by standing seed trees. Originally only the standing of pines as seed trees was recommended. The removal of unmarketable cull forest, which should be carried out on principle in the system of compartment cutting, was often omitted, however, the sequel of which was, that the cutting areas at times looked like worthless lacerated stands. During the 1920-ies and 30-ies, however, the interest for removal of cull trees from cutting areas increased and these measures were gradually applied more and more. In many places the pine, sparsely represented in the spruce forest, had been removed at previous dimension markings or at the very compartment system marking. As experience had taught that good small dimensions of spruce could survive and grow green in the cuttings, the custom became prevalent to leave such "seed-carriers" as seed trees.

A very great number of small dimensions were often left in the cuttings, on account of which these actually came to occupy an intermediate position between cutting area and stands of the cull-tree type. The character of a stand was the more accented as several good, marketable dimensions were left not so seldom. This type of cutting was very common in the Norrland spruce forests in the beginning of the 1940-ies. Their origination can hardly be fixed to a definite period,

as a matter of fact they seem to have originated during the whole period mentioned here, but not the least during the 1930-ies. Without doubt production viewpoints have consciously or unconsciously influenced this type of cutting. In many of the cases denoted it is obvious that cutting has been carried out without full consciousness of the demands for either regeneration cutting or for thinning. Thus these camouflaged cuttings greatly contribute to the impression of a bad state which the Norrland spruce forest blocks offer in many places.

When sampling material for this investigation it has been our aim to attain a good distribution of the cutting areas on height levels, numbers of years elapsed since the cutting (= cuttings ages) and vegetation types as well as quality with regard to the existence of seed trees, cull forest, etc. We have succeeded in some parts. Thus the distribution on height levels and years after cutting is extremely good. Of vegetation types, the common *Vaccinium* type with or without *Dryopteris* or other low herbs is most richly represented and next the swamp moss types and their transitional forms to ordinary healthy forest land. The high herb types on the other hand are more weakly represented, depending on the easily understandable aversion that has been shown against making cuttings on this type of ground.

For reasons mentioned above the distribution of the cutting areas as to forest type suffers from a considerable one-sidedness. Thus totally clear-cut areas and even cuttings with a considerable number of good seed-trees of larger diameters are quite sparsely represented. A satisfactory variation of the extent of the cutting areas could not be attained, above all because the edges of the cutting areas were often undefinable besides which very small areas were practically lacking. Consequently the cutting area cannot be included as a special independent variable.

Certain data on the composition of the material are given in Table 1. Corresponding data in Table 2 refer chiefly to planted stands investigated for purposes stated later on.

Technically the investigation has been conducted as follows. The area chosen for investigation was marked on the ground. When possible that whole part of the cutting area was included, which could not have been influenced by changes having arisen during the existence of the cutting in its surroundings. In each cutting not totally surrounded by older cutting areas, one or more essentially virgin forest borders should be found. In those cases where the cutting area could on account of its size or uncertainty about the borders not be investigated in its entirety, the forest border or the angle between two meeting forest borders was always the starting point. A sketch map was drawn up by the leader of the investigation and on this map all vegetation types occurring were plotted and named. Thus they have always been judged by the same person. Subsequently the compartment was appraised with the aid of circular sample plots with a radius of 1.4 metres, plotted in regular spacing to the number of abt 25 per compartment. The collected material comprises 3,075 such sample plots distributed on 132 cutting areas. In the sample plots all plants were counted and registered, classification being carried out in several different respects.

Round each sample plot a so called "cull tree plot" of 5 m radius was plotted and also a so called "seed tree plot" with a radius of 25 metres. In the former the occurrence of all kinds of forest was observed which was measured and registered. In the latter the occurrence of all kinds of seed trees was noted. Each sample plot was noted on a map, drawn up in connection with the assessment. Also the

specially described forest borders were marked on the map. For each individual plot a ground description was made out with appurtenant measurements, and notes were made about the plants occurring.

The size of the sample plots and their number in each cutting area were decided through a compromise. From the standpoint of representation it is advantageous to have many small sample plots, besides giving a slightly smaller standard error for the same assessed area than larger plots. On the other hand the descriptive and measuring work increase considerably in proportion to the number of plots. A plot area of 6.16 m² (= a circle area with a 1.4 radius) and a number of 25 plots per cutting area was accepted with regard to the above mentioned points of view as being a feasible middle course.

II. Measurements and observations carried out

All measurements and observations have been based on conditions prevailing at the moment of investigation. A great part of the observations carried out will not be closely treated in this paper, on account of which these and also ordinary routine measurements will not receive detailed treatment hereinafter. For certain observations further explanations are given below.

Cuttings performed

The date and method of performed cuttings were noted. In doing so the chief accent was put upon the essential regeneration cutting and subsequent removals. The age of the cutting has been noted as the number of summers from the summer immediately after the essential regeneration cutting up to and including the summer immediately before the summer of the investigation. Thus the summer last mentioned is not included in the age of the cutting.

Plants and trees

The plants have been divided into two main groups, viz. those originating:

1. Before the regeneration cutting.
2. After » » »

Both these groups return regularly in the following description on account of which it is advantageous to have special names for them. Thus the former group is called "stand regeneration" and the latter "new regeneration". Both groups can be distinguished from each other through counting the annual rings or the terminal shoots. Thus the limit between stand and new regeneration could be defined as closely as about a year or so.

As a matter of course all new regeneration is counted among plants or regeneration. Added are some of the plants that have originated before the logging. Our aim has been to count among "plants" the part of them having attained a maximum height of 2 metres when cutting took place. It was considered to imply unreasonable consumption of time, to assess this limit by boring at 2 metres in each individual case. The leader of the investigation therefore examined the present height of some borderline cases in each individual cutting where this was necessary. At the subsequent assessment all individuals were counted among plants that reached at the highest the maximum height limit thus indicated by the leader. 2 metres added to the maximum height of the new regeneration often proved to be a suitable limit.

could from the beginning not be fixed according to certain covering degrees but had to be given in general terms rather, pending the result of a detailed analysis the observation material could give.

An idea of the influence of the type scheme when comparing between cutting area and stand can be had from Table 3. In those cases where on topographic grounds it could be supposed with certainty that the same ground continued from a dense stand into the cutting area, a vegetation description was made up within a limited area on either side of the edge of the cutting some distance into the cutting and the stand resp. Generally a very good conformity is shown to exist between the occurrence of the type plants in the cutting area and in the stand. It is found, however, that on account of its general occurrence among most types of vegetation, *Polytrichum commune* plays an inferior rôle as type plant and that it should in this respect be second to *Sphagnum*. This fact was observed at an early stage and thus no great importance was attached to *Polytrichum* when classifying ground into the vegetation type with swamp mosses.

The investigation carried out has shown that the type scheme will to a very high degree meet the demand so important in this connection i. e. essentially to give a uniform result whether applied to old or young cuttings or to uncut forest.

Seed tree plots

As mentioned before a circular plot with a 25 m radius was plotted round the centre of each sample plot, within which all pine, spruce, birch and aspen trees capable of producing seed were counted. In older regenerations it happens sometimes that a few plants have a certain slight capacity of cone setting. These plants have not been counted as seed trees. Their influence on the regeneration if any is accounted for by the cutting age.

Cull tree plots

Within an area with 5 m radius round the centre of each sample plot, the number of trees of all woods were counted. Besides, the diameter, height, age, crown quality, terminal shoots, mean crown radius and the width of the 5 last annual rings were measured. The trees assessed as being capable of producing seed were marked differently from the rest.

Forest borders etc.

The situation and direction of the forest borders in relation to the various sample plots appear from the map made out for each compartment investigated. From the map can be seen i. a. the distance from the individual sample plots to the nearest forest border. Certain notes have been made about the qualities of the various borders, which are not touched upon here.

The registration of plants

Within each sample plot the number of plants of all woods occurring, both living and dead were counted.

The plants were divided into three classes according to the following scheme.

Classification of plants

- a = faultless
 b = seriously injured
 c = dead

The denotation "b" implies only serious injuries probably detrimental to the future development of the plant, and caused by fungi or insects and injuries of other types having caused serious top damages or stem damages (such as stag-headedness, heavy top ruptures and bayonet shapes, serious stem damages, etc.). General inferiority or poor growth on the other hand do not incur the denotation "b" (vide below). Neither do slight attacks of snow blight. But rot is always calculated among the serious damages (vide below).

Rot-damaged plants are denoted by an index-figure added at the top of the b -denotation:

- b^1 = rot to $\frac{1}{4}$ of the radius at the root,
 b^2 = » from $\frac{1}{4}$ to $\frac{3}{4}$ of the radius at the root,
 b^3 = » » $\frac{3}{4}$ of the radius at the root,

or corresponding rot-infested area of cross section. If two or more different damages are found in the same individual, of which one is rot, the b -denotation is given twice, with the rot-index added to the second one. The b -denotation and the rotindex are combined when calculating the weight index (Page 129).

To this purpose the plants were divided into type classes in accordance with the following scheme:

Type classes of plants

Main types

- n = plants whose crown development is subjectively deemed normal (of ordinary type) and well proportioned
 v = plants seeming broad-crowned, in which case
 v — denotes slightly broad-crowned
 v » » » »
 $v +$ » pronouncedly broad-crowned
 s = plants seeming narrow-crowned
 f = plants whose crown development seems stunted or deficient.

Subtypes

- g = stout-limbed individual. Combined with main type.
 d = individual deformed or with abnormal growth caused by external damage (such as grazing, stem or branch rupture, snow pressure, defects due to felling, trampling etc. and knees caused by such injuries, many-branchedness and other growths, forked terminals and other faults of that nature). If the individual has been classified in the class b on account of such a deformation and has no additional deformation or abnormal growth, the denotation "d" is put between brackets.
 Combined with main type.

t = individual deformed or with abnormal growth through other causes than direct external injuries (e. g. suppression).

Combined with main type.

k = individual forked or fork-stemmed. When feasible (= furcation under 20 cm from ground and each stem having the character of an individual plant or stem) such individuals are counted as a separate plant each, whose connection is denoted by a bracket. No *k*-denotation necessary in this case. Otherwise the denotation *k* is used. A single *k* denotes furcation over 20 cm above ground and implies that the plant is considered as one individual. Bundles of stump sprouts or suckers are also denoted by *k*, the number of essential sprouts being counted and noted. All measurements (cf below) are carried out on a sprout of medium size. If the furcation has been caused by exterior injuries e. g. grazing, necessitating the denotation *d*, the denotation *k* is added within brackets. The qualification for the denotation *k* has been that the various stems show a totally clear stem character and a tendency to develop into independent plants or stems. For a shrubby, many-branched form of growth the denotation *d* is used insofar as exterior injury can be considered the cause, otherwise *v* is used. The *k*-denotation is combined with main type.

All damages or deformations caused through grazing or trampling through grazing have been specially mentioned.

Moreover each plant has been classified into "degrees of vigour" by the addition of a vigour index. At the right top of the type denotations *n*, *v*, *s* and *f* was added an index figure, where the indexes denoted:

1 = vigorous plants with satisfactory terminals and healthy colour,

2 = plants of mediocre vigour,

3 = poorly developed or declining plants with poor terminals and unhealthy colour.

Effect of the classifications

As the height, the crown radius (= the mean, including the shoot of the year of investigation, of 4 crown radii at right angles to each other of which one is the largest), the diameter of the thickest branch at the stem and the lengths of the three last terminals (the terminal shoot of the year of investigation uncounted) for all conifer seedlings and the majority of birches have been measured, it can be established objectively in essential points how the classification has worked. Through multiple correlation of objectively selected parts of the material the mean crown radius of pine, spruce and birch have thus been calculated for various plant heights and main types. Besides the thickness of the thickest branch of the crown has been calculated for pine and spruce seedlings of different heights having received the denotation *g*.

The mean crown radius of pine. Computation yielded a function of the following form:

$$y = 1 + x(a + cI) + x^2(b + dI) \dots \dots \dots (1)$$

in which:

y = the mean crown radius in cm,

x = height of plant in metres,

I = index for plant type. When the function is used the index is to be given the following values, viz. for main type:

$$\begin{aligned} s &= -0.404 \\ n &= -0.195 \\ v- &= +0.290 \\ v &= +0.481 \\ v+ &= +0.987 \end{aligned}$$

The constants a , b , c and d have the following values:

$$\begin{aligned} a &= +30.008 \pm 0.488 \quad (= 1.63 \%)^1 \\ b &= -2.468 \pm 0.139 \quad (= 5.64 \%) \\ c &= +20.032 \pm 1.691 \quad (= 8.44 \%) \\ d &= -2.174 \pm 0.450 \quad (= 20.71 \%) \end{aligned}$$

Through the correlation, the standard deviation (s. d.) s_y of the mean crown radius about the total mean value of the material has been reduced to the value S_y being 19 % of s_y .

The function has been calculated for certain plant heights in Table 4.

The mean crown radius of spruce. A function of the same form (1) was obtained for spruce, in which, however, the type index I has to be given the following values, viz. for main type:

$$\begin{aligned} s &= -0.592 \\ n \text{ and } f &= -0.342 \\ v- &= +0.076 \\ v &= +0.234 \\ v+ &= +0.560 \end{aligned}$$

The constants for spruce have the following values:

$$\begin{aligned} a &= +39.292 \pm 0.336 \quad (= 0.86 \%) \\ b &= -4.199 \pm 0.098 \quad (= 2.33 \%) \\ c &= +25.969 \pm 1.206 \quad (= 4.64 \%) \\ d &= -3.407 \pm 0.377 \quad (= 11.07 \%) \end{aligned}$$

After correlation the s. d. S_y is 24 % of s_y . The function has been calculated for certain plant heights in Table 5.

The mean crown radius of birch. For birch also a function of the form (1) was obtained with index I for:

$$\begin{aligned} s &= -0.369 \\ n \text{ and } f &= -0.178 \\ v- &= +0.330 \\ v &= +0.684 \\ v+ &= 1.008 \end{aligned}$$

The constants for birch have the values:

$$\begin{aligned} a &= +23.996 \pm 0.357 \quad (= 1.49 \%) \\ b &= -1.498 \pm 0.087 \quad (= 5.82 \%) \\ c &= +17.438 \pm 0.879 \quad (= 5.04 \%) \\ d &= -0.829 \pm 0.166 \quad (= 20.03 \%) \end{aligned}$$

¹ The percental standard errors of the constants are given in brackets.

After correlation the s. d. S_y is 26 % of s_y .

The function has been calculated for certain plant heights in Table 6.

The diameter of the thickest branch of the crown of those plants that were given the denotation g in field work, has been further examined only for pine and spruce as the denotation g occurred very seldom in birch.

Thickest pine branch. The following function was obtained:

$$y = a + bx \dots\dots\dots (2)$$

in which y = diameter in millimetres of the thickest branch, measured at the stem,

x = the height of the plant in metres.

The constants have the following values:

$$a = + 9.258 \pm 0.641 \quad (= 6.93 \%)$$

$$b = + 3.386 \pm 0.200 \quad (= 5.89 \%)$$

$$S_y \text{ is } 51 \% \text{ of } s_y.$$

Thickest spruce branch. Spruce proved to demand the following function:

$$y = a + bx + cx^2 \dots\dots\dots (3)$$

in which y and x have the same meaning as above in (2).

The constant values are:

$$a = + 10.128 \pm 0.755 \quad (= 7.46 \%)$$

$$b = + 3.103 \pm 0.423 \quad (= 13.61 \%)$$

$$c = - 0.107 \pm 0.041 \quad (= 38.48 \%)$$

$$S_y \text{ is } 54 \% \text{ of } s_y.$$

The function (2) and (3) have been calculated for certain plant heights in Table 7.

Weight index

The various class and type arrangements of the plants have chiefly aimed at affording an unprejudiced conclusion as to the quality of the plants. For practical reasons it is desirable to express this conclusive assessment in one single figure, here named weight index.

As it is unsuitable to tag the plants with such an index figure during actual field work, on account of the risks of subjective influences, a series of index figures has been worked out in camera at the conclusion of the investigation and based on the class and type denotations. In doing so the scale has been adjusted thus, that fully faultless plants have been given the index 1.0, while the lowest index given to the worst and most damaged plants is 0.1. By means of the weight index the plants are thus graded according to a 10-degree scale comprising all assessments of the plants. It appears from Table 8 how the weight index has been adjusted with regard to plant class, plant type with subtypes and vigour index. The scale has been obtained by assigning certain multiplication factors that were deemed reasonable, to the various plant qualities. For plants simultaneously having two or several qualities, the type index has been obtained by multiplication of the individual factors at each step rounding to the nearest tenth. By putting the type denotations within brackets during field work, when necessary it could be avoided that the same quality entered more than once into the index calculations.

At the correlations carried out in Chapter VIII the mean weight index for the plants belonging to a certain vegetation type within a certain cutting area has been calculated through weighing with the plant height, thus mean weight index $I = \sum(h \cdot I_p) / \sum h$, in which h = height of plant and I_p = the weight index of the individual plants.

Further observations

Among further observations and measurings can be mentioned: height above sea-level, latitude, general direction and degree of slope, occurrence of forest fires, description of soil including degree of moisture in which case regard was taken to the physical quality of the mineral soil, to the plants and to the directly observable presence of water, the thickness of the humus cover, division of layers and structural qualities, humification index, soil profile type, geological substratum. Besides observations have been made on the ground cover, its division into layers, quality and composition of various kinds of plants.

III. Orientation in the method of investigation, the variables and the calculation

On the limitation of the investigation method

From the material we get knowledge of the amount and quality of regeneration in a great number of cutting compartments on various kinds of ground, various height levels and of different ages and forest types. Our principal task is, with the help of these data, to create the possibility of assessing the mean value of the regeneration result for cutting compartments characterized by an arbitrary, but conceivable, combination of observed qualities. This work implies a smoothing and interpolation procedure, at which the correlation analytic methods are of the greatest value.

Let us formulate the following question: What was the most probable regeneration result in a cutting of such and such quality within the area of investigation? Through an interpolation in the material suitably performed, an indubitable answer to this question may be obtained. Of course the answer may appear more or less insufficient and uncertain, due to flaws in the representation, to our inability correctly to characterize a cutting and to the extent of our demands, but need not otherwise be marked with restricting reservations.

The conditions become quite different if we put a question of the following form: What is the most probable regeneration result that can in the future be expected from a cutting area cut at the moment and of such and such quality? It's easily seen what the change is. The problem here is not to establish what regeneration result has actually been achieved under certain conditions, but to predict what result will probably be obtained under the same conditions. A number of variables important for the regeneration result such as e. g. the climate, seed formation and its periods, the quality of the seed trees, the general intensiveness of silviculture, etc., however, could either not be assessed with the necessary accurateness or were not observed for other reasons. Concerning such factors it is generally assumed at the statical investigation that they are at their mean values for the investigation period. When precalculating the future regeneration result one has to assume that these factors will keep the same unknown mean

values. In many cases such an assumption can be made on good grounds. On the other hand it is known that certain factors are subject to variations, both sudden and gradual, which do not permit of too definite assessments of their mean values for a certain future period. The assessments for distant periods will of course be very insecure. On account of the statical method of investigations these difficulties cannot be entirely avoided. Still questions of the kind propounded here need not be rejected for this reason. By restricting the time of prognosis it should be possible, to derive satisfactory guidance from the results of the static investigation, also for the assessment of future development tendencies of the regeneration at least for the nearest future.

We shall now give a brief treatment of questions connected with the selection of variables at the regeneration investigation.

On the selection of variables at the regeneration investigation

It would be a great advantage of course, if one could, when characterizing a locality from the point of view of regeneration, measure the very qualities of the locality that are directly and immediately connected with the result of the regeneration. For several reasons, however, the possibilities of doing so are extremely restricted. As a matter of fact we know that the regeneration result is essentially dependent on conditions prevailing as to:

Abundance of seeding.

Germination and the capability of development of the plants during the first few years.

The subsequent growth capacity.

In each of the three cases we find processes the course of which is subject to a complicated interaction of a number of isolated, more or less primary factors. In many cases we have only a rudimentary knowledge of what these factors are and in almost all cases we meet almost insurpassable difficulties in measuring on a large scale and under field conditions the factors we know. Moreover the selection of variables is limited by the investigation method itself which does not permit of an assessment of the mean value of those variables that change gradually with time.

In consequence of these circumstances it has seemed that a selection of certain easily and with certainty assessable independent variables offered the only now feasible way. These variables, however, can only partly be calculated to stand in an immediate causal connection with the regeneration result and can thus only imperfectly reflect the regeneration conditions in isolated localities. The consequence is that the aim of the investigation should be directed at a broad description of the characteristic qualities of the regeneration. When selecting the variables, the general knowledge of regeneration conditions in spruce forests obtained through the combined activity of many scholars and foresters and the knowledge of details obtained through sampling the material, have served as a guidance as well as the conceptions of causal connection and interaction that it has been possible to derive from them. Only the independent variables, which according to the correlation calculations proved to be essentially important to the regeneration result, have been maintained in the functions for this arrangement. They include all or for certain woods some of the following characters: Height above sea-level, age of cutting, number of seed trees in the surrounding of the sample plot and vegetation type.

Also with regard to the dependent variable — the regeneration result — we meet difficulties. As was the case with the dependent variables they are connected rather with the practical execution of the assessment than the principal side of the problem. As a matter of fact most responsible people will admit unreservedly that the result of natural regeneration in an economic forest utilization is justly measured by the soil value at the beginning of the regeneration period provided that the best possible silviculture is performed. At present, however, the soil value cannot be used as a criterion of individual regeneration results. The knowledge of the future value production of various reproductions is too insufficient and undiversified still. For practical reasons moreover, production investigations have to be based on a comparatively advanced starting point which entails special difficulties when assessing young reproductions.

Therefore the regeneration result has in this investigation been described by denoting a few essential main features of the reproductions considered as populations of a number of individuals different as to size and qualities. In addition trials have been made to combine the various features into one single comparison figure aiming at offering a simplified, perspicuous description of the general condition of the regeneration.

Before treating the details of the investigation more closely, the practical execution of the arrangement will be briefly mentioned.

The practical execution of the arrangement

For the import of the correlation analysis the swedish reader is referred to works by professor HENRIK PETTERSON (1932, 1934, 1937) and professor MANFRED NÄSLUND (1935, 1940, 1942, 1947). The technical procedure for constant and error calculations is treated in a great number of textbooks, of which the following have been of great importance to this investigation, viz. WHITTAKER and ROBINSON (1926), HELMERT (1924), FISHER (1928), and BONNIER and TEDIN (1940).

The original intention was to make each individual sample plot enter as an element into the calculations, which were to be carried out by the aid of punch-card machines. At the moment when the arrangement had to take place, however, the author could not dispose of the required machines on account of which all calculations had to be carried out with ordinary calculating machines. All important calculations were performed twice, each time by different persons. Besides measures were taken aiming at the reduction of labour consumption and at the facilitation of a survey of the material. Due to the circumstances the latter point of view was of the utmost importance, i. e. the systematic inspection of the material that could have been made possible through the punch-card machines, had to be largely reduced and to be substituted to a great extent by a detailed study of graphically represented partial regression functions. I. a. the mean values of all important primary data were calculated. These mean values concerned the group of sample plots belonging to a definite vegetation type and a definite cutting compartment. Thus the number of elements was considerably reduced. The data were subsequently noted on special cards on account of which division into groups and sorting could be done comparatively easy by hand.

The work was then chiefly continued on the following lines. The material was first sorted preliminarily according to the height above sea level into the groups 100—199, 200—299 etc. metres above sea level. Each such group was then divided into sub-groups according to the age of cutting, viz. the groups 1—4, 5—9, 10—14

etc. years. Within the sub-groups thus obtained additional group divisions were carried out e. g. according to the number of seed trees in the seed tree plot or the cull tree plot, the distance from the forest borders, latitude, direction of slope etc. In this material, limited as to size, the division into groups could not comprise more than three variables at the time. The remaining variables, however, could within large sections of the material be investigated thus that one of them was selected for investigation while the extreme values for the others were sorted out.

After calculation of the mean values in the sub-groups, rough representations of the various partial regression functions were made. These representations yielded the required guidance for the assessment of the form of the partial regression lines and the character of the function that could be expected to represent same in a satisfactory manner.

These investigations led to the understanding that most partial regressions could apparently be best represented through bent curves, sometimes with double bends and inflection points, sometimes with a culmination point or asymptote. In general therefore, the regression functions are comparatively complicated. As could be expected, it appeared besides, that the variables often were strongly "coupled" i. e. the trend of a certain partial regression often depended on what constant values one or several other variables had. These "interactions" between different variables are often of great importance and as a matter of fact strongly contribute to the difficulties of correlation analytical arrangement.

IV. Investigations concerning the number of plants

In this chapter the functions and partial associations derived for the description of the number of plants are treated, after which the significance of the different variables for the number of plants is briefly discussed against the background of the function results.

The denotations used have the following meaning:

- y = dependent variable, in this chapter = the number of plants in a circular sample plot with a 1.4 m radius, area 6.1575 m². For conversion to the number of plants per hectare y is multiplied by 1,624.
- x, z = independent variables.
- H = the height above sea level in metres.
- \hat{A} = age of cutting in years.
- F = number of seed trees in a circular sample plot with a 25 m radius, area 0.1963 hectare. For conversion to number of seed trees per hectare multiply F by 5.09.
- I = index for vegetation type.
- y_B = the value of a dependent variable calculated with the aid of a certain function.
- s_y = the standard deviation of the dependent variable about its total mean.
- S_y = the standard deviation of the dependent variable about the regression.
- L = lichen type.
- LF = lichen type with forest mosses.
- F_f = forest moss type poor in herbs.
- F_r = forest moss type rich in herbs.
- FS_f = forest moss type with swamp moss elements poor in herbs.

FS_r = forest moss type with swamp moss elements rich in herbs.
 S_f = swamp moss type poor in herbs.
 S_r = swamp moss type rich in herbs.

New regeneration of coniferous plants

The following function was obtained for the number of coniferous plants originated after the regeneration cutting:

$$y = 10.7133 x_1 + 10.9054 x_2 + 0.5219 x_3 \dots\dots\dots (4)$$

The independent variables have the following denotation.

$$x_1 = \log \left(1 + 0.6 \frac{A}{10} \right) e^{-0.14 \left(\frac{H}{100} \right)^2}$$

$$x_2 = x_1 z_1$$

$$z_1 = F e^{-0.067 F - 0.55 \left(\frac{H}{100} \right)}$$

$$x_3 = I y_B$$

$$y_B = 10.0029 x_1 + 11.0235 x_2$$

I = type index, to enter with the following values, viz. for:

$(L$ and $LF = -0.7988$, only very few plots)

F_f and $F_r = -0.0259$

FS_f, FS_r, S_f and $S_r = +0.7506$

With the guidance of these data the function is converted to the easier form:

$$y = x_1 [10.7133 + 5.2205 I + z_1 (10.9054 + 3.7532 I)] \dots\dots\dots (5)$$

The function x_1 has been tabulated for various values of A and H in table 9, and the function z_1 can be found calculated for different values of H and F in table 10.

In the function (4) used at the correlation, the constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Dito in %
10.7133	1.1747	10.96
10.9054	1.1744	10.77
0.5219	0.1496	28.66

The original s. d. of y was $s_y = 8.346$ plants per plot. Through the correlation it has been reduced to $S_y = 5.841$ or to 69.99 % of s_y . At this calculation regard has been taken to all degrees of freedom "consumed" through constants and index values. The multiple correlation coefficient has the value 0.72, which indicates a comparatively strong relationship between y and the independent variables. In Table 14 the number of new regeneration plants per hectare of ordinary healthy ground has been calculated for certain values of H, A and F .

The question of the dependability of the function should appropriately be discussed as follows. We should remember then, that the elements of the material consist of the means for a varying number of sample plots within the special vegetation types in the different cuttings. Consequently we can calculate the s. d. of the sample plots about the mean of each individual vegetation type in each individual cutting. We call this s. d. s_i being an assessment of the corresponding theoretical value σ_i . The calculation of s_i is carried through in the various groups

of vegetation types for which the y_B -value calculated with the help of (4) falls between the limits 0—0.99, 1.00—1.99, 2.00—2.99, 3.00—3.99, 4.00—5.99 and 6.00 and higher. For every such y_B -group a mean value of s_i is thus obtained.

A corresponding calculation is also made for the s. d. about the regression of the means of the vegetation types (elements). We denote the assessment of the s. d. of the individual plot about the regression, obtained from this, by s_m . The mean value of s_m^2 for the total material is S_y^2 as is previously known.

We are now interested in finding out the theoretic s. d. σ_m , which is caused exclusively by the deviation of the type means from the regression, which we can at present consider as established with certainty. As the number of plots within each vegetation type is usually different, an average number of plots is first calculated for each y_B group. If h denotes the number of vegetation types and k the number of plots within the various vegetation types, the mean number of plots for a certain y_B -group is obtained from the formula $k_0 = \frac{1}{h-1} \left(\sum k - \frac{\sum k^2}{\sum k} \right)$.

Subsequently we receive as an assessment of σ_m^2 the expression $(s_m^2 - s_i^2)/k_0$ (cf SNEDECOR, 1946, page 232 ff). The final result of the calculations is recapitulated in Table 11.

The table shows that the s. d. of the plots about the regression (s_m) is different in different parts of it and that absolutely measured it increases with an increased calculated mean number of plants per plot. Also the s. d. (s_i) within the vegetation types increases with an increased number of plants. The assessed value of the vegetation type mean's theoretic s. d. (σ_m) about the regression increases too, although a low value has incidentally been obtained for the group most rich in plants. From the lowest line of the table it appears that the quotient σ_m/m on the other hand decreases in proportion to increasing richness in plants i. e. the s. d. expressed in percents of the number of plants is less in cutting areas rich in plants than in those poor in plants.

Let us suppose that we stand in front of a certain vegetation type in a certain cutting area. With knowledge of the required data we can calculate from function (4) a value y_B for the number of newly originated coniferous plants per sample plot. We want to compare this value to the actually extant number of plants. If this is assessed by counting the plants in one single sample plot staked out, we find a value y , for which the variance for $(y - y_B)$ is $\sigma_1^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2$. By staking out n sample plots a more certain mean value, y_n , can be calculated, with the variance $\sigma_n^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2/n$. If n is made large enough the second term in the right member may be neglected and we obtain a limit value $\sigma_n^2 = \sigma_m^2$. This implies that the observed mean number of plants for a vegetation type within one single sufficiently large cutting area can be written $y_n = y_B \pm \sigma_m$.

Table 11, now, shows in the bottom line that σ_m expressed in percent of y_B ($= m$) rises to considerable amounts varying between the approximate limits 18 and 114 percent. This result does not invite one to try by the help of function (4) to indicate the probable result of new regeneration in an isolated site. To obtain a reduction to a standard error of 10 percent of the number of plants we must take in the more central parts of the material into consideration an average of 20 to 30 different sites spread over the investigation area. In cutting areas poor in plants this demand rises to a number of over 100 sites. It should be observed, however, that 10 percent standard error in this case is a very high demand. A number of 0.5 plants per plot e. g. corresponds to 812 plants per ha. From a forestry

point of view it will be of no great importance to establish such a low amount to within 81 plants. It is more or less a matter of taste how far we want to lower the demands on exactitude in badly regenerated cutting areas. Generally it may be acknowledged that the function affords practically satisfactory exactitude for groups of 20 to 40 sites, characterized by the same set of independent variables.

Before leaving the dispersion investigations it will be of interest to consider the values σ_m and σ_i partly from a different point of view. We have found that the variance for a sample plot staked out within a certain vegetation type is $\sigma^2 = \sigma_m^2 + \sigma_i^2$. In function (4) occur only such independent variables as characterize entire vegetation types, but none intended to describe individual sample plots. Thus the correlation does not influence σ_i^2 , and its entire effect is expressed in the quotient σ_m^2/σ^2 . If we leave a specially low value in the y_B group 6.00 — out of account, the assessments of the quotient σ_m^2/σ^2 vary between 0.09 and 0.20 i. e. of the remaining variance in round figures 10—20 % fall on the type means, whereas the variance within the vegetation types is responsible for 80—90 %. Consequently it would be plausible if one tried to improve the correlation by introducing variables that characterize the individual sample plots. Undoubtedly one would thus be able to gain a better understanding of the causal connections of the regeneration process and be able to balance more correctly the relative importance of its various facets. On the other hand it appears that the majority of the variables in question can only with difficulty be used for direct practical purposes.

We continue now the description of the various partial regressions. They are obtained by inserting in function (4) or (5) certain definite values for all independent variables with the exception of that one wants to study in further detail. Thus the function will only contain y and this immediately interesting independent variable and for the rest constants. The regression between these two variables can thus be calculated and constructed. As besides, the differences between the observed and calculated y -values have been found out, it is possible after a suitable grouping to illustrate the distribution of the observed y -values about the partial regression lines. When calculating the partial regressions represented in Figs 16—19, the various independent variables have been given a rounded value near their resp. means, viz. for the height above sea level 300 m, for the cutting age 15 years, for the number of seed trees per hectare 41. For the vegetation type, the index value for healthy ground — 0.0259 has been taken.

The various primary variables H , A , F and I in function (4) occur in combination with each other, the consequence of which is that an "interaction" arises between these variables. A closer study of these interactions generally lead to conclusions that partly seem self-evident on account of the nature of the variables and partly are very little enlightening on account of the great quantity of unknown inter-correlations between the primary variables. Thus e. g.: For a certain height above sea level and a certain vegetation type the cutting age influences the eventual plant result more, the more seed trees there are (up to a limit of about 75 seed trees per hectare). In the same way the number of seed trees has had greater influence, the higher the cutting age is. The advantageous influence of the seed trees is on the other hand at a certain cutting age strikingly smaller the higher the height above sea level is and in connection with it the unfavourable effect of increasing height above sea level is mitigated to a small degree only, by a greater number of seed trees. Similar conditions prevail concerning the cutting age when

the number of seed trees is constant. — A further study of the various partial regressions can be made in Figs 20—25.

One of the factors that could be supposed to influence the inclination to regenerate is the general direction of slope of the cutting compartment. A special investigation based on the difference between the observed and calculated number of plants ($y - y_B$), however, showed no evident tendency in the favour of a definite direction of slope. The highest deficit appeared in the cutting group, the slope directions of which were situated between SSE and SW as against the greatest surplus in that of which the directions were between WSW and NW. A special division of the differences on different vegetation types gave no further enlightenment. Although the direction of slope undoubtedly plays a certain rôle for regeneration through its influence on the climate of the site it could obviously not be used as a variable for this arrangement.

To investigate the significance of the distance to the nearest forest border of the sample plots, the plots within the height zone 100—199 metres above sea level, were grouped according to the distance to the forest border in the groups 1—20, 21—30, 31—40, 41—50 and 51— metres. The mean number of plants and the mean number of seed trees were simultaneously calculated, besides which different cutting ages were kept apart. The latter classification did not give any information, however, and the cutting ages were therefore combined. The eventual association obtained is shown in Fig. 26. A faint positive effect of proximity to the forest border may perhaps be traced. An adjustment of the position of the points with regard to the number of seed trees would lower the three left and raise the two right ones, thus further weakening the association. It was considered, therefore, that there were no reasons to add the distance to the nearest forest border as a variable to the correlation. This remarkable result undoubtedly deserves the greatest attention. From a forest point of view it gives rise to the following conclusion: Marginal seeding has not had the regenerative effect one could have expected and cannot in the ground types in question replace seeding through seed tree stands.

The influence of the number of years that has lapsed between the regeneration cutting and the cleaning of the cutting has been investigated for all the height levels. It was shown that the number of new originated coniferous plants was higher in cleaned cutting areas than in uncleaned within the height zone 200—299 metres above sea level. For the rest the uncleaned areas were slightly richer in plants. The differences were small, however, and should of course not be interpreted as a proof that cleaning of a cutting area is an unnecessary measure. The number of years between regeneration cutting and cleaning of the cutting area could not either be shown to have a tangible effect on the regeneration result.

It has been shown from the vegetation type index that the damper ground types can more easily be regenerated under similar conditions than healthy forest land. On the other hand the herb-rich vegetation types did not seem superior to the herb-poor types with regard to inclination to regenerate. As a matter of fact the differences between the observed number of plants and the number calculated from function (4) show a slightly weaker result for the herb-rich types F_r , FS_r and S_r than for the herb-poor types F_f , FS_f and S_f . For all the height levels within the vegetation type F_r those differences were furthermore investigated that arise when the type is divided into three subsections characterized by 1) *Geranium*, 2) *Aconitum* or *Mulgedium*, 3) *Dryopteris*, *Oxalis* or *Cornus*. The *Aconitum-Mulge-*

dium group received the best position, followed by the *Geranium*-group and at the end the *Dryopteris-Oxalis-Cornus*-group. The order seems plausible but as calculations have shown the differences to be insignificant it should for the time being be considered as a reasonable possibility only that the various groups of herbs distinguish various degrees of inclination to regenerate.

A closer investigation of the influence of the latitude on the number of plants did not give any valuable result, probably owing to the low extent of the investigation area in the direction North—South.

Originally great hopes were set on the trees of the cull tree plots as a variable in the correlation. If many seed trees in the seed tree plot must be supposed to have a favourable effect to a certain limit, it can be imagined on the other hand that a high number of trees on the cull tree plot i. e. in the immediate vicinity of the plant area, should have an unfavourable effect. After calculating y_B through function (4) the deviations $(y - y_B)$ were sorted into classes according to the size of the sum of basal areas in the cull tree plots. If the line of thought propounded above were correct positive differences should collect in the classes with low sums of basal area while the negative differences should be found in the classes with large basal area sums. This did not take place, however, and thus this variable could be left out.

Stand regeneration of coniferous plants

The stand regeneration i. e. the plants that existed in the area already before the regeneration cutting, as shown through age determination, shows very great variations. This should be natural with regard to the fact that the stand regeneration consists of formerly stunted spruce plants chiefly. The number of these left at the cleaning of cutting areas is extremely much influenced by the varying ideas about the proper execution of cleaning. It should therefore be considered remarkable rather that stand regeneration still shows a comparatively strong association with the height above sea level and the vegetation type. The following function was obtained:

$$y = 1.9429 x_4 + 1.0153 \cdot I \dots\dots\dots (6)$$

The independent variables have the following denotation:

$$x_4 = e^{-0.078 \left(\frac{H}{100}\right)^2}$$

I = type index to enter with the following values, viz. for:

$(L + LF = -0.9340, \text{ only a few plots}).$

$F_f + F_r = -0.0712$

$FS_f + FS_r = +0.1225$

$S_f + S_r = +0.6502$

The function x_4 has been tabulated for different values of H in Table 12.

In the function (6) the constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
1.9429	0.0963	4.96
1.0153	0.3536	34.83

The original s. d. of y was $s_y = 3.329$ plants per plot. Through the correlation it has been reduced to $S_y = 2.872$ or to 86.25 % of s_y . The multiple correlation coefficient has the value 0.519. The greater part of the reduction of s. d. — almost

90 percent — is caused by the variable x_4 , i. e. the height above sea level. The standard error of the function for the value $H = 300$ m and $I = -0.0712$ is $\sigma_f = 0.0515$ and the relative standard error $\sigma_f/f = 0.0578$ i. e. 5.78 % of the function value.

Before the function (6), without regard to the vegetation type, the function $y = 1.909 c^{-0.078(\frac{H}{100})^2}$ was produced, in which case the constant — 0.078 was obtained numerically from the material divided into groups. Through derivation of the function improvements of both constants were sought. The improvements, however, were of about the same magnitude as their standard errors. When calculating the values for both the original and the improved function the difference between them was found to amount to parts of a tenth of a plant per plot. It could therefore not be considered profitable to recalculate the correlation.

Function (6) indicates that the height above sea level is a variable of the utmost importance also for the regeneration originating in the stands before logging. Of course the cleanings of the cutting areas can at different heights above sea level have produced different effects depending on how the viewpoints on the quality of stunted seedlings and the wish to utilize them for regeneration have been adjusted to each other at various levels. Still it seems remarkable that the partial regression of new regeneration and stand regeneration on the height above sea level are so similar in character as they have proved to be. (Fig. 27.)

Also with regard to the vegetation types the similarity between stand regeneration and new regeneration is striking. Thus the types L and LF rank lowest, immediately over them the types F_f and F_r , then the half-moist types FS_f and FS_r and finally the wet types S_f and S_r which rank highest. Opposite to what was the case at new regeneration, the groups $FS_f + FS_r$ and $S_f + S_r$ have been separated with regard to stand regeneration. As the trend in index values is otherwise similar, however, it does not seem impossible that a biological connection is reflected here. It may be observed besides, that also for new regeneration the types S_f and S_r ranked higher than the types FS_f and FS_r although not so much that regard could be taken to the uncertain difference. It is also interesting to notice that herb-poor and herb-rich vegetation types could here as little as in the case of new regeneration be separated.

Data on the number of stand regeneration plants on healthy forest land at different height levels are found in Table 14.

New regeneration of birch plants

When arranging the data on new regeneration of birch it was shown that a few sample plots contained an incredibly high number of usually small birch seedlings a couple of years old. In some cases circumstances had been noted that could explain this such as e. g. that the sample plot included a footpath or cattle trail, the old site of a log-fire etc. As the investigator could during field work not foresee the need to make inquiries about such conditions it is in many cases impossible to establish a special cause of the high number of seedlings. It was necessary, however, to remove the sample plots most rich in plants whose disturbing effect made all attempts at arrangement impossible. When doing so sample plots with 50 birch plants or more, together 110 plots, were sorted out. These plots then are not included in any of the arrangements propounded here.

The following function for new regeneration of birch was obtained:

$$y = x_5 (3.6061 + 3.7314 \cdot I) \dots\dots\dots (7)$$

The independent variables have the following denotation:

$$x_5 = \frac{A}{10} e^{-0.2 \frac{A}{10}}$$

I = type index to be entered with the following values, viz. for:

($L + LF = -1.0000$, only a few plots.)

$F_f + F_r = -0.2488$

$FS_f + FS_r = +0.8333$.

$S_f + S_r = +1.5114$.

The function x_5 tabulated for various values of A is found in Table 13.

In function (7) the constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
3.6061	0.1920	5.32
3.7314	0.3983	10.67

The original s. d. of y was $s_y = 13.84$ plants per plot. Through correlation it has been reduced to $S_y = 12.06$ or to 87.14 % of s_y . The multiple correlation coefficient has the value 0.505. The greater part of the reduction in s. d. is caused by the vegetation type index, responsible for 80 %. The relative standard error of the function (σ_f/f) is independent of x_5 and is for the vegetation types:

$F_f + F_r = 8$ percent

$FS_f + FS_r = 6$ »

$S_f + S_r = 7$ »

Through derivation of the original function $y = 3.56 \frac{A}{10} e^{-0.2 \frac{A}{10}}$ improvement

has been sought of the constant value -0.2 . The improvement was less than one half of its standard error. With regard to the great dispersions and as a result of them the uncertainty about the form of the curve, no reasons could be considered to exist for a recalculation of the correlation.

Function (7) seems to indicate that the age of the cutting and the type of ground vegetation are the dominant variables for the new regeneration of birch. Arranged after their influence on the number of birch plants at a definite cutting age the vegetation types recur in the same order and group system as in the case of new regeneration and stand regeneration of coniferous plants. This considerably supports the conception that the vegetation type index reflects a biological reality.

During work on the material a weak connection could be found between the height above sea level and birch regeneration. It was too uncertain, however, to be utilized in the correlation which was not improved by the inclusion of the height above sea level. The same condition prevailed for the number of birch seed trees. Here the connection seemed to be stronger and many attempts were made to insert the seed tree variable into the correlation. Through the loss of degrees of freedom thus caused, the result was usually impaired, however, i. e. S_y became greater with than without the seed tree variable. A comparatively awkward function, without regard to vegetation type, yielded a reduction of S_y to 97.2 %

nevertheless as against 97.5 % for the function used above which only contained the age variable. This insignificant improvement, however, was not considered to counterbalance the inconveniences connected with the function. — It should be pointed out that the low reduction in dispersion is for the greater part explained from the almost complete absence of birch plants in a few old cutting areas where one could have expected rich birch regenerations.

In Table 15 data can be found on the number of new regeneration plants on healthy, half-damp and damp ground types at different cutting ages.

Stand regeneration of birch plants

Birch plants older than the cutting occur only sparsely in the material. The weak connection with the height above sea level and the cutting age, that could be suspected to exist, proved not demonstrable at the arrangement. Only the effect of the vegetation type on the number of plants appeared reasonably guaranteed at last. The order and group classification of the vegetation types recur here for the fourth time as appears from the following tabulation:

Vegetation types	Mean number of plants per ha	Standard error	Same in %
(L + LF	0	—	—)
F _f + F _r	118	25	21.1
FS _f + FS _r	201	54	26.9
S _f + S _r	700	122	17.5

Conclusions of great importance can hardly be drawn from these figures with regard to the effect different forms of cleaning of cutting areas may probably have had on them.

Aspen plants

The number of aspen plants per plot seems with great probability to have some positive connection with the age of cutting. During correlation, however, the reduction in dispersion was too low to deserve attention. No appreciable influence of the height above sea-level could be traced. Computed for the different vegetation types the average numbers of plants per hectare were:

Vegetation type	Number of plants per hectare	Standard error	Same in %
F _f	844	187	22.1
F _r	1,234	248	20.1
FS _f	146	83	56.8
FS _r	438	140	32.0
S _f	0	—	—
S _r	633	581	91.8

The tabulation shows that the number of plants for some vegetation types has been established with great uncertainty as also the difference between most of them. The difference that appears to exist between herb-poor and herb-rich vegetation types — to the advantage of the latter — is also insignificant.

Alder seedlings

The amount of alder seedlings per hectare will probably decrease to certain extent proportionately to the height above sea-level. The correlation did not lead to any applicable results, however. The number of seedlings per hectare in the different vegetation types is given in the tabulation below.

Vegetation type	Number of plants per hectare	Standard error	Same in %
F_f	16	11	68.8
F_r	276	91	33.0
FS_f	32	23	71.9
FS_r	309	115	37.2
S_f	244	91	37.3
S_r	130	145	111.5

In spite of the high standard errors the tendency to a greater number of plants on herb-rich than on herb-poor ground must yet in part at least be the sign of a real difference. Thus the differences between F_r and $F_f = 260 \pm 92$ and between FS_r and $FS_f = 277 \pm 117$ are both significant. The difference between S_r and S_f , however, has an opposite trend, which can be explained, however, from the low number of plots in the type S_r (only 23).

Sallow seedlings

The mean number of sallow seedlings per hectare shows only insignificant differences within different vegetation types and is on an average for the whole material 117 per hectare.

Rowan seedlings

Attempts at finding an applicable correlation between the number of rowan seedlings and the height above sea-level and the age of cutting did not lead to any acceptable result. Therefore the mean numbers for rowan in the different vegetation types are given here.

Vegetation type	Number of plants per hectare	Standard error	Same in %
F_f	3216	388	12.1
F_r	9,241	857	9.3
FS_f	2,144	477	22.2
FS_r	5,700	1,002	17.6
S_f	1,624	489	30.1
S_r	3,524	1,353	38.4

As to the overall remarkably high number of rowan seedlings there is no doubt that the herb-rich vegetation types are superior to the herb-poor types. The difference between the mean number for the former and the latter is $8,266 - 3,004 = 5,262$, which difference is strongly significant. An obvious tendency towards a decreasing number of plants with increasing dampness of soil appears to occur both in the herb-poor and the herb-rich series. Some of the differ-

ences occurring such as e. g. between F_r and FS_r are significative, other on the other hand are not. Jointly the various differences indicate, on account of their similar trends in both series of types with comparative certainty, a foundation in reality.

V. The distribution of the plants over the area

In the case of planted stands we can in advance form an approximate picture of the way in which the plants stand distributed over the area. Without regard to what regular spacing has been used in a certain cutting area, we are i. a. entitled to expect about the same number of plants — or at least of planting holes — per area-unit within the various parts of the cutting area. But it is usually impossible to predict anything about the distribution of plants in a natural regeneration unless special field investigations have first been performed. The distribution of plants is here influenced by irregularities in seeding and the dissimilar conditions the soil offers the plants for their origination and continued existence. Our next task will therefore be to investigate, how these conditions influence the distribution of the plants. In order to do so we must first explain a few basic theoretic data.

Theoretic grounds

When a regeneration is assessed by means of sample plots, a report on the number of plants for each sample plot is received. After having calculated the mean number of plants per plot and the deviations of the individual plots from this, the s. d. of the plots from the mean can be calculated. The resulting value, s , constitutes the observed dispersion. It is the estimation of a theoretic population value which is denoted by σ . As the square of the s. d. is called variance, the observed variance = s^2 = evaluation of σ^2 . The variance appears to be considerably unequal at the assessment of different regenerations even if the mean number of plants per plot is of the same size. In successful planted stands the variance will be small in comparison to the mean number of plants per plot, which we denote by m . The quotient $s^2/m = Q^2$ falls usually below 1. In natural regenerations, however, the quotient Q^2 is usually greater than 1, often considerably much more. As it is easily understood that for the same number of plants per hectare, the variance will be smaller if the distribution of the plants is even as against when it is uneven, i. e. grouped, Q^2 appears to be suited for yielding some information about the degree of irregularity. This happens to be the case if we restrict ourselves to comparing regenerations with the same number of plants per hectare. We shall afterwards mention a measure for groupedness free from this restriction.

Let us imagine that a small sample plot is staked out in a cutting with natural regeneration. We find a certain number of seedlings in the plot. It is obvious that the probability of finding a seedling in the sample plot is greater within a cutting area rich in plants than within one poor in plants. But a conception like "the probability of finding a seedling in the sample plot" must be given a tangible import in order to be of practical use. We can imagine the sample plot divided into small spots of the same magnitude as the section surface e. g. of a seed cut lengthwise. Let the sample plot contain n such small surfaces. Evidently the number of small surfaces will be very great if the sample plot contains an area of a few square metres. With reference to the theory of games of chance the small

plots can be considered as *cases of equal possibility* among which the plots on which a seedling has grown are "favourable", the other "unfavourable" towards the occurring of "the event a seedling". When e.g. we have found m_1 seedlings in the sample plot we can put $p = m_1/n$ as the approximate value of the probability of finding a seedling in a certain small area of the sample plot. The probability p is a very small number even in the cuttings richest in plants, but as n is a high number the product $np = m_1$ is equal to the number of plants found in the area. Even if the probability number p were constant everywhere within the cutting, we could not expect to find exactly the same value for the product np in various sample plots. The sample plot represents only a little part of the whole cutting and for the same reasons as we do not get exactly 5 heart at each attempt when drawing cards from a pack twenty times, we do not find an exactly equal number of plants in different sample plots.

We cannot measure p but instead we want to investigate where certain simple assumptions about this quantity lead us.

By this we obtain three types of plant distributions, viz. the Poisson distribution (8) according to which the plants stand distributed at random in the area, the distribution types characteristic for regular spacing of plants and finally the negative binomial distribution called below the ENEROTH-distribution. The frequency of plots with 0, 1, 2 x plants in an ENEROTH-distributed regeneration can be calculated successively with the aid of the formulas (18) in which m is the mean number of plants per plot and $Q^2 = s^2/m$. Instead of or in addition to Q^2 we will subsequently use as a measure of the "perturbations" with regard to the random distribution the expression

$$\rho = \pm \sqrt{|(Q^2 - 1)/m|} \dots\dots\dots (13)$$

where it is agreed that the plus sign will be used when $Q^2 > 1$ and the minus sign when $Q^2 < 1$. 100 ρ was called by CHARLIER (1920) the "perturbation coefficient".

The distribution of the plants

The perturbation. For each complete cutting area without regard to vegetation type a value for the perturbation has been calculated partly with regard to coniferous seedlings only and partly with regard to coniferous and birch seedlings jointly. The cutting areas were grouped into classes with regard to the mean of plants per sample plot and the mean value of the perturbations was calculated in these classes. The result for coniferous seedlings is shown in Fig. 28. It appears from this fig. that the variations are high and that a slight tendency towards a decrease of ρ for an increasing number of seedlings can be discerned. The tendency appears in the function

$$\rho = 1.1281 - 0.0261 m \dots\dots\dots (18 a)$$

and in Table 16 calculated from it.

A similar result was obtained for "coniferous + birch" from the corresponding calculation. In this case the perturbation was slightly greater all-round.

The mean value for the perturbation ρ was for:

coniferous seedlings	= + 1.052,
coniferous and birch seedlings	= + 1.202.

As it could be expected that the different vegetation types would show different perturbation degrees the latter was calculated for all individual vegetation type areas that contained at least 5 sample plots. The variance within the vegetation types proved to be 0.3878 with 167 degrees of freedom and between the vegetation types 0.1625 with 4 degrees of freedom which yield a negative intraclass-correlation and the insignificant F value 2.39. No individual difference between the mean of different vegetation types was significant. Consequently nothing appeared in this material that gives cause to calculate with different perturbation within the vegetation types represented.

As appears from Chapter IV certain vegetation types are different with regard to the number of plants. The perturbation for an entire cutting area, therefore, should, if it contains vegetation types with different type indexes, be slightly greater than the mean of perturbation within the vegetation types. In order to investigate in how far the difference was of essential importance, in 103 cutting areas (all except those of the last year, not accessible at the moment in question) a calculation for "coniferous + birch" was made of the perturbation mean partly for complete areas, partly for complete cutting areas with only one vegetation type and finally within vegetation types. The means were 1.31, 1.30 and 1.19 resp. The differences show the trend expected but are quite small and judged in connection with the dispersion occurring insignificant.

Lastly it was investigated whether the occurrence of different numbers of seed trees influenced the perturbation. Even this investigation yielded insignificant results. — On the basis of these investigations it was considered justifiable to calculate — as has been done — the mean perturbation of the material from the perturbation values for complete cutting areas.

The investigation has thus shown that the tendency to clustering is extremely high among coniferous seedlings and approximately equal in all vegetation types represented in the material. The tendency to clustering does keep the same level during the whole regeneration process but it is slightly higher in young cutting areas poor in plants than in older ones rich in plants. A tendency towards decreased groupedness in very plant-rich cutting areas can thus be discerned. Varied occurrence of seed trees has not brought with it appreciable differences in irregularity.

The groupedness is more strongly marked when coniferous and birch seedlings are counted together. Birch should, therefore, show still greater tendency to groupedness than coniferous trees. On account of the low number of sample plots within each cutting area and vegetation type the individual perturbation values have been very uncertainly assessed. It is probable therefore that it would be possible on the basis of richer material, to establish differences and connections that do not appear from this investigations. Thus ENEROTH (1945) has found different percentages of o-plots for the same mean within various vegetation types which indicates differences in perturbation. The question of perturbation in connection with vegetation types should therefore be further investigated from material more suited to the purpose than the present material.

The distribution of coniferous plants. In order to arrive at a comparison between observed seedling frequencies and frequencies calculated through the aid of the ENEROTH distribution the following procedure was used. As each individual cutting area contains too few sample plots, the cuttings were collected into classes according to the mean number of seedlings per area. The seedling frequencies in these classes were combined into one common distribution for

each class. From the frequency distributions of the classes the m - and Q^2 -values were calculated after which the theoretical frequencies were obtained from the formulas (18). Instances of the observed and calculated frequency distributions are shown in Table 17.

From this table it appears that the concordance is very good in general. The slight tendency towards a too high calculated frequency in the 0-class (0 seedlings per plot) and too low in the 1-class is probably due to the combination of several dissimilar frequency distributions with different m and different Q^2 which has an effect into that deviating direction.

The extraordinarily good concordance between observed and calculated 0-class frequencies obtained from this function for more extensive, uniform material appears from ENEROTH (1945). The great width in variation of the frequency distributions is due to the strong groupedness on account of which isolated sample plots rich in seedlings may be found also in cutting areas poor in seedlings.

The plant distributions seem to be of essential interest when one tries to form a conception of the structure of the regenerations in question. It is a circumstantial job to calculate the theoretical distributions according to the formulas (18). In Table 18 the ENEROTH function has therefore been calculated for certain mean numbers of seedlings per sample plot (this number m multiplied by 1,624 gives the corresponding number of seedlings per hectare). For this calculation the perturbation has been taken from the formula 18 a.

VI. The mean height of plants and its development

The mean height of the plants and its development with the age of cutting is chiefly of interest for the determination of the frequency distributions of the height of the seedlings in which it is one of the parameters. It will therefore be briefly treated in this chapter. On the other hand the connection between the age of the seedling and the height is not investigated. — The mean height of seedlings for a certain class of seedlings, e. g. new regeneration of coniferous plants in a certain vegetation type has been calculated as the arithmetic mean of the heights of all the plants belonging to the class, measured in centimetres.

New regeneration of coniferous plants

On the same ground and at the same cutting age the mean height of a new regeneration showed to be appr. the same for different levels of altitude. The manifest connection with the age of cutting was presented in a function that received the following form:

$$y = 9.20 \frac{A}{10} + 5.47 \left(\frac{A}{10} \right)^2 \dots\dots\dots (19)$$

In function (19) the constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
9.20	2.84	30.82
5.47	1.33	24.27

Through the correlation the s. d. was reduced to 82.26 % of the original value. No influence of vegetation type could be guaranteed. — A picture of the trend of the function through the group means of the material is shown in Fig. 29.

Stand regeneration of coniferous plants

The corresponding function for stand regeneration was given the form:

$$y = 13.52 + 68.09 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (20)$$

The constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
13.52	7.11	52.58
68.09	4.64	6.81

The standard error of the constant 13.52 is higher than 50 % and in accordance with the rules applied here it should have been rejected. The smoothing was appreciably impaired by leaving it out, however. As the occurrence of a constant term should be correct in principle in the case of stand regeneration it has been conserved therefore. Through the correlation the s. d. was reduced to 77.64 % of the original value.

No influence of vegetation type could be guaranteed. — A picture of the trend of the function through the group means of the material is shown in Fig. 30.

New regeneration of birch plants

The mean height of the birch plants show an extremely high variation and the correlation with the age of cutting is therefore comparatively weak. To a degree the uneven heights of birch will be explained from the fact that the new regeneration consists partly of stump sprouts with a height development different from seeded plants.

The function obtained received the following form:

$$y = 25.68 \frac{A}{10} (1 + 0.691) \dots\dots\dots (21)$$

in which the vegetation type index is to be given the following values, viz. for:

$$L + LF + F_f + FS_f = - 0.2582,$$

$$F_r + FS_r + S_f + S_r = + 0.2694$$

The constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
25.68	0.04	0.17
0.69	0.18	26.15

Through the correlation the s. d. was reduced to 91.82 % of the original value. The vegetation type has an evident and significant influence on the height of the birch regeneration. Thus averagely higher heights were found for the same cutting age in all vegetation types rich in herbs and in the strongly moist, herb-poor type S_f .

A picture of the trend of the function through the group means of the material is given in Fig. 31.

Stand regeneration of birch plants

For the stand regeneration the following function was obtained for the mean height of the plants:

$$y = 157.97 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (22)$$

The constant has the following standard error:

Constant	Standard error	Same in %
157.97	3.54	2.24

Through the correlation the s. d. was reduced to 76.16 % of the original value. No influence of the vegetation type could be guaranteed. —

A picture of the trend of the function through the group means of the material is shown in Fig. 32.

VII. Frequency distribution of the height of plants

At an increasing cutting age the height dispersion increases as the older seedlings grow and new small seedlings originate. Moreover the height develops differently for different woods, i. a. birch deviates slightly from coniferous trees. Similar differences prevail between new regeneration and stand regeneration. Besides the distribution is affected by the occurrence of seed trees and probably, although to a less degree, of the vegetation type and the height above sea level. On account of all these influences the question of the frequency distribution of the height forms a highly complicated problem which would for an extensive treatment demand a considerably more extensive material than the present.

The height distributions will in this chapter chiefly serve descriptive purposes. The individual cutting areas are in this case too small units to be of great value. The cutting areas are grouped together, therefore, as shown below. The frequency distributions thus obtained characterize the groups with the mean values the different variables have within them. These distributions should be satisfactory for purposes of illustration. Before further treating these questions we shall discuss the perturbation of the height distributions.

The perturbation. For reasons set forth in Chapter IX it was desirable to treat the height distribution in a manner analogous to the distribution of the number of plants. Accordingly the heights have been plotted in classes half a metre wide, through which the height distribution is transformed into a discontinuous frequency distribution of the same type as that of the number of plants. Consequently the perturbation of the height frequency distributions can be calculated. Of course it is not certain or even probable that this procedure would have been best if it had been a question of height distribution only. On account of the analogy with the treatment of the number of seedlings sought, however, it has been used here.

The perturbation in the height distributions has been calculated for each individual cutting area in the same way as for the number of plants. The mean value of the perturbation ρ was for:

coniferous seedlings	= + 1.205,
coniferous and birch seedlings	= + 1.863

Thus the birch seedlings strongly contribute to the unevenness in height so characteristic of natural regenerations. Even for the coniferous seedlings alone, however, the perturbation is very strong and indicates a considerable deviation from the Poisson-distribution. It is premised here that the height of seedlings plotted in half metre classes satisfactorily follows this distribution on condition that the seedlings as e. g. in a planted stand are of the same age and have not been obstructed in their height development. The strong height perturbations will therefore be largely due to the age differences of the natural regenerations and in certain cases to disturbances in the height growth (suppression) caused by the strong groupedness.

As the height perturbation and its connection with various factors has no direct importance for the continued investigation we leave this question and proceed to the frequency distributions.

The distribution of plant height in cutting age groups. It will be possible to obtain a comparatively good conception of the frequency distributions of the plant height from the basic material plotted into cutting age groups. It is presented in Table 19 partly in absolute, partly in relative numbers. In this case the new regeneration of birch seedlings has been divided into the two vegetation type groups that have shown different height development according to Ch. VI. Stand regeneration of birch seedlings does not occur to such an extent that frequency distributions could be given. Before Table 19 was drawn up, the distribution of the various age groups in different levels of altitude were investigated. The differences observed were comparatively small, however, and accordingly the plants in all levels of altitude were plotted together.

The ENEROTH function represents very well also the frequency distributions of the height as appears from Table 20 in which a comparison can be made between the relative frequencies for coniferous seedlings observed and calculated from the function. A special Q^2 -value has been calculated from the frequencies of the material for each cutting age group. As cutting of different ages have been plotted together Q^2 is much higher than the average for individual cutting areas. Consequently the seedling height within such an area is not so strongly dispersed as seemingly appears from the distributions in Tables 19 and 20. A few instances of the height distribution within individual cutting areas will be shown below. Previously we shall utilize Table 19, however, for a calculation of the approximate percent of the number of plants that can within various cutting age groups be calculated to be above breast height.

Percentage of seedlings above breast height. Through a successive addition of class frequencies in Table 19 summation curves were drawn up for new regeneration and stand regeneration resp. of coniferous plants. From the manually smoothed curves the percentage was read of plants with a height equal to or surpassing 1.3 m. The percentages were smoothed over the cutting age and reading was done at whole fives of years. The result is shown in Table 21, which together with Table 14 permits of a rough orientation on the number of coniferous seedlings above breast height for the various combinations of new and stand regeneration obtained from the latter table. Thus for a height above sea level = 200 m, 30 seed trees per hectare and cutting age 15 years e.g.

New regeneration	6,451 · 0.028 =	181
Stand	»	2,192 · 0.315 = 690
		<hr/> Total 871

i.e. $871/(6,451 + 2,192) = 10.1\%$ of the total number of plants. It should be observed that this percentage is approximative especially as Table 21 is based on the added frequency distributions for five-year age groups in Table 19.

The distribution of the height of plants in the individual cutting areas. ENEROTH (1945, Figs 10, 13—20) has previously shown the excellent congruency between his function and the observed frequencies of the amount of seedlings in individual natural regenerations. It will be of interest to demonstrate here the corresponding concordance concerning the frequency distribution of the height of the seedlings. For this purpose 10 cutting areas comparatively rich in plants were chosen and the ENEROTH function was adjusted to them by the aid of the mean and perturbation of each cutting area. The concordance between observed and calculated frequencies for coniferous seedlings can be studied in detail in Table 22. It is extremely good in general both as regards cutting areas with low means and for areas with choice high ones.

The plant height distribution in individual cuttings is substantially affected by the composition of the new regeneration and the stand regeneration, which change considerably in proportion to the height above sea level. In order to obtain an idea of the plant height distribution within an average cutting area at different cutting ages and heights above sea level the following calculations have been performed for coniferous plants.

Means of the height perturbations of the individual cutting areas have been calculated within various levels of altitude and connected with a curved line, Fig. 33. The height perturbations decrease in proportion to an increasing height above sea level, which is primarily due to the simultaneously increasing relative share of stand regeneration in the regenerations. Stand regeneration has by itself a lower height perturbation than new regeneration at the same cutting age which explains the trend of the curve.

Subsequently 30 plant-rich cutting areas with different mean heights of seedlings were selected. The real mean height measured in cm is set off on the abscissa in Fig. 34, whereas the corresponding mean height according to the classification into half-metre classes 0, 1, 2 . . . etc. is set off as ordinate. After graphic smoothing the line denoted in Fig. 34 was thus received. From it can be read for a certain mean height in cm the corresponding mean height in class units. The chiefly illustrative of the investigation has with regard to Fig 33 and 34 not been considered to motivate the laborious numeric methodics.

With the aid of functions (19) and (20) the mean heights at different cutting ages of new and stand regenerations can now be calculated. From Table 14 the number of plants for different values for cutting-age, height above sea level and number of seed trees are obtained. On the basis of these data the heights of the new and the stand regeneration can be weighed together to a common mean for each combination of premises selected from Table 14. The calculations mentioned have been performed for 30 seed trees per hectare, 150, 250, 350 and 450 m above sea level and for the cutting ages 10, 15, 20, 25 and 30 years. The mean heights for coniferous seedlings were transposed from cm to class units with the aid of Fig. 34. The value of the height perturbation was taken from Fig. 33. On the basis of the data thus received the entire frequency distributions can be calculated from function (18). In our case, however, the calculations have been restricted to the frequencies in the 0-class (height of seedling = 0—49 cm) being the largest one.

The calculated 0-class frequencies can be compared to the corresponding frequencies for the material tallied into age-groups, divided into the altitude groups 100—199, 200—299, 300—399 and 400— metres above sea level. These distributions are of course not representative for exactly 150, 250 etc. m above sea-level but should nevertheless be suitable for the purpose. A more important deviation will have to be expected on account of the difference in height perturbation prevailing, as has been mentioned before, between the material tallied in groups and the average for the individual cutting areas within the corresponding groups. The actually extant difference appears from the following table in which we denote for this purpose by Q_m the mean value of the height perturbation of the individual cuttings weighed with the number of seedlings and by Q_s the mean value of the height perturbation in the material tallied in cutting-age groups also weighed with the number of seedlings in different cuttings-age groups.

Altitude:	100—199	200—299	300—399	400—	m above sea level
Q_m	1.5882	1.4625	1.1632	0.8528	
Q_s	1.7330	1.6273	1.4499	1.1905	
Q_s/Q_m	1.09	1.11	1.25	1.40	

It appears from the values for Q_s/Q_m in the table that considerable divergencies may be expected at the higher altitudes between the tallied frequency distribution of the raw material and the average distribution within an individual cutting area. From Figs 35—38 can further be seen how a comparison between the percentages of seedlings in the 0-class turns out, these figs being the final result of this investigation detail. The divergencies are quite insignificant up to 299 m above sea level. But the difference is fully apparent at the altitude 300—399 m above sea level and highly considerable over 400 m above sea level. The difference takes the direction that can be predicted on theoretical grounds and its size agrees well with what can be expected according to the above table. Only for the altitude 400 m and higher the difference is slightly greater than expected which is explained from the fact that the height of new regeneration at this altitude is overrated by the function (19). The deviation is not so large, however, that it was considered to motivate a special correction.

The frequency distributions that can be obtained in the way described above with the aid of Table 14 or corresponding functions, the functions (19) and (20) and Figs 33 and 34, are to be valid for an average cutting area under the premised conditions. It should be of interest to perform further tests of these distributions obtained in a roundabout way. This can be done e.g. by calculating the percentage of seedlings above breast height and compare them with the corresponding percentage according to Table 21 drawn up in a simpler way. We find for 15 years, 30 seed trees and 150 m above sea level according to the mean distribution for individual cuttings 8.5 % of the number of seedlings above breast height. The corresponding figure from Table 21 and Table 14 is 8.7 %. For 15 years, 30 seed trees and 450 m above sea level, the figure 21.0 % is obtained compared to 19.6 % from Tables 21 and 14. The concordance is rather good which indicates that the simpler method is quite satisfactory for practical purposes.

VIII. The development of the plant type

As has been previously mentioned the seedlings have been divided into classes, main types and subtypes and have been given a vigour index. All these assessments

based on observations have been computed into the so-called weight index. It is intended to express the value the seedling can be considered to have as a member of the regeneration in accordance with the principles stated for the classification and typification. We shall in this chapter make a closer survey of the magnitude of the weight index and how it develops as the cutting age within various plant groups increases.

New regeneration of coniferous plants

The weight index for various seedlings varies between the value 1.0 to some smallest value in no case being below 0.1. Thus the dispersion is always very great and no correlations can be thought to entail a considerably great reduction of it. In the mean values for the various vegetation type units, however, there appears a very evident connection between the index of the new regeneration of coniferous seedlings and the age of cutting. A correlation with this (where the number of seedlings is used as weights) resulted in the following function:

$$y = 1.0000 - 0.0783 \frac{A}{10} + 0.0119 \left(\frac{A}{10}\right)^2 \dots\dots\dots (23)$$

As before A denotes the age of cutting. As very small, young seedlings can hardly be given any other weight index but 1.0 the function for $A = 0$ must assume the value $y = 1.00$. This condition has been included in the correlation. In the function (23) the constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
1.0000	0.0000	0.00
- 0.0783	0.0090	11.45
0.0119	0.0042	35.18

The original s. d. of y was $s_y = 0.354$ which was through the correlation reduced to $S_y = 0.343$ or 96.89 % of s_y . The trend of the function through the group means of the material is shown in Fig. 39. It appears that the plant type deteriorates uninterruptedly as the cutting age increases. This will be due to a considerable degree to the development towards overgrowth, broad-crownedness and limbiness of the oldest plants.

Stand regeneration of coniferous plants

Corresponding calculations for stand regeneration have given the following results, at which as a matter of course no condition has been considered.

$$y = 0.7590 + 0.0456 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (24)$$

In function (24) the constants have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
0.7590	0.0162	2.13
0.0456	0.0104	22.78

The original s. d. s_y has been reduced to 0.298 or 96.75 % of s_y . The trend of the material through the group mean of the material can be seen in Fig. 40. It

shows that contrary to new regeneration the average type of stand regeneration improves as the cutting age increases. On the whole this seems natural as on the average the stunted seedlings will appear worst immediately after cutting while afterwards in as far they acquire good growth obtaining a more normal appearance.

New regeneration of birch plants

The weight index dispersion is so high in this case and so irregular that no correlation tried brought about any mentionable reduction. A comparatively good fitting is obtained through the function:

$$y = 1 - 0.1274 \frac{A}{10} + 0.0257 \left(\frac{A}{10} \right)^2 \dots\dots\dots (25)$$

This function is used subsequently only because it gives for $A = 0$ a weight index = 1 and for cutting ages over 10 has a trend near the mean. Thus it does not violate the material but meets all formal demands to be put on the regression in question. As was the case with new regenerations of coniferous seedlings, the type of birch seedlings deteriorates as the cutting age increases. The deterioration is evident only during the first 10 years. The slight improvement the function yields for cutting ages over 25 years is uncertain and should not be considered as having been proved.

Stand regeneration of birch plants

These occur sparsely only and show no certain association with the cutting age. A slight tendency towards decreasing weight index in proportion to increasing cutting age can, however, be discerned as appears from the function:

$$y = 0.8261 - 0.0279 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (26)$$

in which the negative trend is uncertain, however. No statement can therefore be based on this material on how the weight index changes as the cutting age increases. Whenever the weight index for stand regeneration of birch seedlings is required the mean 0.7867 should be used. This value is obtained from function (26) by inserting $A = 14.1$.

It is extremely probable, however, that it would be possible to establish the negative trend of the index value from a more extensive material. This would imply that stand regeneration of birch develops towards inferiority in proportion to increasing age of cutting in contrast with stand regeneration of coniferous plants — chiefly spruce — the average type of which is improved as time goes on.

*

The development of plant types for various plant categories is illustrated in Table 23, where the weight index has been calculated according to the functions (23), (24) and (25) for each cutting age year from 0 to 30 years. It is evident from the table that new regeneration of birch seedlings throughout has a worse type

than new regeneration of coniferous seedlings and that stand regeneration of coniferous seedlings obtains a type comparable to new regeneration only at cutting ages over 25 years.

Additional investigation of weight index

For purposes further treated in Ch. IX it is interesting to know in how far the weight index within the same cutting-age group changes tangibly in proportion to the height above sea level or the mean height of the seedlings.

The first question was investigated through a calculation of the mean values for weight index in the various cutting-age groups 0—9, 10—14 years etc. within each altitude. The age-groups showed appr. the same mean index at all height-levels. After combining all age groups the mean index values computed in Table 24 were obtained. As there is a strong association prevalent between the height above sea level and the number of seedlings per hectare, one will be entitled to draw the conclusion that the weight index is independent of both the height above sea level and the number of seedlings per hectare.

The influence of the height of the seedlings on the weight index was investigated through calculation of the mean index values in the seedling height groups 0—24, 25—49, 50—74 cm etc. The result of the investigation for the altitude 200—299 metres appears from Table 25, which with certainty entitles one to conclude that the weight index is practically independent of the height of the seedlings. The tendency apparently obtained for stand regeneration of birch seedlings does not as such play any rôle and is besides probably, on account of the small range of the material, uncertain.

The influence if extant of the vegetation type on the weight index has not been specially investigated.

Grazing damages

As mentioned before grazing was noted as the cause of damages and deformations of the plants as often as reasons seemed evidently extant. To be sure the observations made are insufficient for a correct assessment of the effect of grazing as causing damage to regenerations. It will be impossible namely, to draw reliable conclusions from the extent of grazing damages in the remaining stand, on the size of the damage the grazing may have caused by preventing the origination of seedlings. Neither can the favourable rôle the grazing may play through the suppression of grass and thickets of broad leaved sprouts be correctly assessed. The figures of the raw material on the percentage of seedlings damaged by grazing should, however, be of certain interest. They are certainly in correlation with the total damage and can probably be considered as a minimum assessment of the latter.

In Table 26 the percentage of seedlings booked as grazing-damaged has been entered distributed on height levels and cutting-age groups. It can be read from the table that new and stand regeneration of coniferous plants have been damaged equally much except at the altitude 100—199 m above sea level, where the damages in new regeneration are heavier. The damages in new regeneration seem to culminate at a cutting age of between 10 and 20 years within the lower altitudes. In the higher altitudes the culmination appears less evident.

New regenerations of birch seedlings have been damaged to a considerably higher

degree than new regeneration of coniferous seedlings. The means for equal areas within all cutting ages are at the four altitudes the following:

	Coniferous s.	Birch seedlings
100—199 m ab. sea level.....	5.3	9.4
200—299 » » » »	2.0	15.5
300—399 » » » »	2.6	11.4
400— » » » »	1.3	8.3

The damages on the birch seedlings show at the lower altitudes the same tendency to culminate between cutting ages of 10 and 20 years, which could be observed for coniferous plants. As for these the culmination becomes less evident within the altitude 300—399 m above sea level and has above 400 m above sea level moved towards the highest cutting ages. — Stand regeneration of birch seedlings occurs very sparsely and the figures for this category of plants are therefore very easily affected by pure chance accidents.

The conclusions that can be drawn from the figures propounded are for reasons mentioned previously very limited. They are chiefly restricted to the following. The birch regeneration is considerably more damaged by grazing than the regeneration of coniferous forest which probably depends to a great extent on the fact that birch is more appetizing to the cattle than coniferous seedlings. Several fencing tests have shown an amazing increase of the number of birch seedlings and of their growth within the fenced area as against the grazed cutting area outside the fencing.

It can further be supposed that the frequency of grazing damages decreases in proportion to an increasing height above sea level. This is probably connected with the lower number of cattle per area unit of forest ground at the higher altitudes. Chance circumstances very easily cause local deviations from this general tendency, however. Proximity to large villages especially those where sheep and goats are kept is almost always accompanied by a marked increase in damages from grazing.

It seems more difficult to draw definite conclusions with regard to the changes in damage frequency in proportion to the cutting age. In young cuttings the seedlings are small and it is difficult to observe the damages. Grazing damages are less different from other damages in young seedlings than in bigger plants. It is quite possible, therefore, that the low frequency of grazing damages in the younger cutting ages is apparent chiefly. On the other hand it may be plausible that the damage frequency decreases for the higher ages. Generally the older cuttings will offer worse grazing possibilities than the younger ones, i. a. because the regenerations have started to grow dense in the former cuttings at the lower altitudes. Old grazing damages are gradually healed up and new arise to a less extent, partly for the reasons previously mentioned, partly also because several of the plants attain heights where they are immune from damages.

For "other woods" the following mean can be given for the percentage of grazing damaged seedlings for an equal area within the various cutting-age classes:

Aspen seedlings.....	17.3 %
Alder »	5.0 %
Sallow »	42.9 %
Rowan »	23.8 %

The figures seem to prove that aspen, sawallow and rowan are still more than birch subjected to damages from grazing.

IX. On comparisons between different regenerations

It has been stated earlier that the regeneration result is justly measured by the ground value at the beginning of the regeneration period and that this is a correct base, therefore, for comparisons between different regenerations in economic forestry. On the other hand it is obvious that our knowledge of the future value-production of different regenerations is too rudimentary in general to permit of economic comparisons of this kind. This is especially the case for natural regenerations of the structure and quality as treated in this paper. This type of regeneration has practically not existed in Norrland previously. The older stands have almost without exception originated after forest fires. It is undoubtedly important, therefore, that these regenerations are taken into consideration on the basis of their unique structure and general occurrence at future production investigations.

Both with regard to the difficulties experienced at an economic assessment of the regenerations and on account of the urgent regeneration situation in Norrland it seems desirable to find ways to an in as far as possible simple, comprehensive judgment at least on the most important of the many different qualities of a regeneration. This judgment should of course be based on observations in the regenerations. In chapter IV—VIII part of the qualities of the regenerations have been treated. Consequently we shall have to found our studies on this treatment but it must be epitomized and concentrated in order to be applied to the practical purpose we shall now discuss.

Professor O. ENEROTH (1945) has previously touched upon similar ideas. He approached the problem from the conception of density. A regeneration has the density degree 0.7 e.g. when an assessment shows that it contains $1.0 - 0.7 = 0.3$ or 30 % zero plots. In this case the assessment should be performed with plots of a certain size fixed by what ENEROTH calls the "pretention level". In a certain regeneration small sample plots entail a higher percentage of zero plots, on account of which 30 % zero plots implies denser stands of seedlings when assessing with small sample plots than with large ones.

At the present investigation the chief aim of which was the analysis of the structure and quality of the regenerations performed in Chapters IV—VIII, sample plots of the same size had to be used. No reason could be propounded for a variable size of the plots, partly because the investigation aimed beyond a measure of density only and partly because the correct pretention level was and is still unknown for all varying production and sale situations.

The most important qualities of the regeneration population

There will be no doubt about the fact that the number of seedlings per hectare is one of the most important qualities to be taken into consideration when assessing a regeneration. It could possibly be asserted that in the pine grounds of Upper and Inner Norrland the number of seedlings above a certain height limit is still more important. This question need not be discussed in detail here. A wish in this direction can as a matter of fact be satisfied more easily and certainly also more correctly in principle through weight index than by totally leaving out an

important part of the regeneration. The higher plant stand is recruited from the lower stand and consequently the latter cannot be totally without value.

A structural quality of essential importance for the quality of the regenerations is their degree of groupedness. There will be good reasons for the conception that the trend of production is more favourable and the value-production higher, if the regenerations are evenly distributed on the area, than when they are unevenly distributed. Thinning can give uneven seedling stands a considerably more even distribution. The importance from a forestry point of view of clustering should therefore not be exaggerated.

A third quality of importance is the inequality in height of the regenerations. This will as a rule also affect the production unfavourably. The unfavourable influence e.g. of advancing wolf seedlings in the stands is well known. Greater damage is caused still when a sparse, qualitatively inferior overwood closes partly and in consequence makes it impossible for great masses of small seedlings to assert themselves in the production process.

Finally the quality of the seedlings plays an important rôle for the economic result of production. Bad trees have to be removed at the improvement cuttings to provide better development possibilities for the good ones. In that case the bad trees provide a lower yield than they would have done if they had been satisfactory. Greater losses arise still if the greater part of the producing trees in the stand are of a bad quality.

We shall try to combine the four qualities of regenerations mentioned into one single judgment. This should be objective and well defined as to its tenor, at the same time conforming as much as possible to the demands of reasonableness from a point of view of forestry to be put on regenerations of various kinds. It should be considered self-evident that the judgment in question receives the character of an approximation i.e. because it must contain both quantitative and qualitative elements. It should be added, besides, that we purposely omit the time consumed to attain a certain regeneration result and that consequently the absolute size of the seedlings is left out of consideration. Guidance for the assessment of the stage of development of the regenerations can be had from the age of cutting, the height curves (Chapt. VI) and the frequency distributions of the plant heights (Chapt. VII).

The distribution of the plants on the area

The number of seedlings per hectare or per plot of a certain size would be completely satisfactory as a basis for comparison between two regenerations if the seedlings were distributed on the area in the same way, if their heights were distributed in the same way and if their qualities were the same. Nobody will e.g. object against the statement that two planted stands on the same ground, with the same spacing, with no zero-holes and the same type of seedlings are fully comparable. As a matter of fact they are completely equal if our demands on equality — similarity — are not stretched beyond the four qualities mentioned in the previous section. If this is valid for regenerations regularly spaced, it is also valid for other distributions defined by a definite frequency function with equal parameters in both cases compared.

We can go one step farther, however. Let us consider — for the moment — only the number of seedlings and their distribution on the area — accordingly without drawing the size of the seedlings into the discussion. If two regenerations are

equally dense, when their seedling distributions have the mean m and for the rest also equal parameters, the definition below will appear natural. We presume that the regenerations follow a certain given frequency distribution, which we can assume has two parameters at the highest. One is the mean m , and the other can be expressed in an indeterminate figure and is consequently independent of the scale.

One can apparently say, that if two regenerations have the mean m and $c \cdot m$ resp. while the remaining parameter has the same value in both cases, the latter regeneration is c times as dense as the former i. e. the densities are proportionate to the means.

This definition seems particularly obvious when the distribution of the regenerations is described through Poisson's function which has the parameter m only. A Poisson-distributed regeneration will conserve its type of distribution in growing denser. As to natural regenerations of the ENEROTH type it is obvious (cf tab. 18) that they also will grow denser in such a way that the ENEROTH-distribution is conserved and the perturbation approximately constant.

Two ENEROTH-distributed regeneration with the same means are therefore, equally dense only if their perturbations are equal. If in one of them the perturbation is greater than in the other, the former is more clustered than the latter, which gives us cause to consider this one as worse from a point of view of forestry.

Now two questions demand an answer, viz.:

1. Which concrete tenor shall we give to the conceptions better and worse in this connection?
2. How is the degree of goodness most suitably measured?

To answer the first question we must try to elucidate what measures can be thought to be taken from a viewpoint of forestry, to improve a bad condition. As the problem as a whole is dependent on natural regeneration and its relative degree of goodness planting of gaps is principally not justified in this context. What is left only is the thinning of dense groups in order to obtain in that way a more even distribution of stems. Accordingly the regeneration is better, the plant distribution of which demands relatively smaller thinning interference, worse is that which demands stronger interference in order to obtain a certain degree of evenness.

The relative strength of thinning should therefore be applicable as a measurement of the degree of goodness of the regenerations. Absolutely measured, however, the thinning can be made unlimitedly strong and the distribution of plants almost unlimitedly even. The greater number of plants is thinned and consequently the more even the distribution of the plants becomes, the smaller number of plants is left. It is evident therefore, that very far pushed demands on evenness may entail the thinning out of the stand giving it both with regards to evenness and number of plants a worse quality than it had originally. Consequently a limit must be set for the strength of the thinning.

The aim of dispersing the groups should of course for the purposes of comparison now actual, only be the equalization of the distribution of plants not the attainment of a certain desired number of plants. From the point of view of comparison thinning is therefore equally justified in grouped, sparse regenerations as in dense ones. The limit for equalization appears to be adjustable to advantage at the degree of groupedness which cannot be avoided even on grounds with the most

ideal evenness. This groupedness arises in random distributed regeneration, the distribution of which accordingly follows Poisson's function (8). After the groupedness has as far as this is possible been made to agree with the Poisson distribution that has the same mean as the original regeneration, we shall consider the remaining number of plants as an estimation of the number of plants in the regeneration corrected for supernormal groupedness.

In the following paragraph the calculation of the required corrections will be treated first, after which their effect will be further illustrated.

Correction factors for the uneven distribution of the plants in the area. In Fig. 46 a fictitious map is presented of a cutting with seedlings. The cutting area is divided into 100 square "sample plots". The mean number of plants per sample plot is $m = 2.97$, $\sigma^2 = 7.79$, $Q^2 = 2.62$ and $q = 0.739$. Drawn up as a record the distribution of the seedlings appears as shown in Table 27, in which beside the frequencies observed, also those calculated from the Poisson function have been given in integral numbers. Besides the differences have been noted and finally the distribution of the plants remaining after group equalization.

From the table it appears that the observed frequency distribution shows a surplus of plots with a high number of plants, a deficit in the vicinity of the mean and a surplus again of plots with a low number of plants, here 0 and 1. A partial transformation of the observed distribution into a Poisson-distribution can evidently be obtained through thinning the plots too rich in plants. Thus the observed plot with 11 plants can be changed into a plot with 6 plants in which class the table shows a deficit of 3 plots. This is done by cutting 5 plants. The deficit in class 6 is thus reduced to 2 while the surplus in class 11 is eliminated. In class 9 3 plants per plot are removed in 2 plots, which are thus transformed into plots with 6 plants. Now the deficit in the 6-class disappears. In the two remaining plots in the 9-class 5 plants per plot are removed. The surplus in the 9-class is now eliminated and the deficit in the 4 class reduced to 6. The same proceeding is followed for the 8- and 7-classes, the surpluses of which are eliminated by thinning to plots with 4 plants. We assume, for reasons afterwards mentioned, that these thinnings will be performed without any special selection of plants.

The final result is a distribution of plants showing a remaining surplus of 19 and 1 plots resp. in classes 0 and 1 and in the classes 2 and 3 a remaining deficit of 10 and 10 plots resp. The distribution of the remaining plants is consequently obtained by the addition of the remaining differences with their symbols to the frequencies of the Poisson-distribution which has been done in the last column of Table 27.

The mean in the remaining distribution is 2.48. If the decimals are entered in the Poisson-distribution and the differences a more exact figure is obtained, viz. 2.4850. The original mean was 2.97. The quotient between both means is $2.4850/2.9700 = 0.8367$. The number of plants corrected for supernormal groupedness is therefore 83.67 % of the original.

A more practical calculation scheme than the one presented in Table 27 is found in Table 28. When investigating real cutting areas with a small number of plots per area it happens not so seldom that the graduation of the surplus-differences can be performed in more than one way. The way has in these cases always been used that gives the lowest possible thinning percentage. This is obtained through the use of the calculation scheme in Table 28 which has been

pointed out by B. MATÉRN In Table 28 the number of thinned plants appear in the last column with a positive symbol. As the original number of plants before thinning is $2.97 \cdot 100 = 297$, we obtain the quotient $R_a = (297 - 48.5)/297 = 0.8367$ as previously.

The relative number calculated in the way now mentioned will in the following treatment be called the *area-factor* and be denoted by R_a . The plant distribution of the remaining plants is called the normalized distribution.

We shall now demonstrate through a few examples that the mean of this distribution can be considered as the estimate of the number of plants corrected for supernormal groupedness.

Through the normalization a discontinuous distribution arises which agrees, from 0 to a class near the mean, with the original ENEROTH-distribution and subsequently with the POISSON-distribution. If two ENEROTH-distributions with the same mean and perturbation are normalized they become identically equal. If on the other hand the perturbation in one is greater than in the other, two dissimilar normalized distributions arise. The discrepancy only appears, however, in the part that follows the original ENEROTH-distributions.

A picture of the effect of the normalization on a few different frequency distributions is shown in Fig. 47. The three distributions have arisen from the ENEROTH-distributions with the mean 3.0 and the perturbation square of 1.4, 1.0 and 0.6 resp. which interval embraces about the whole width of variation (Cf Fig. 28). The frequencies deviate more or less from each other within the classes 0—4 but coincide subsequently from 5 upward. The means are 2.22, 2.37 and 2.56 resp. which proves that the distribution with the highest perturbation after normalization is the most sparse one and the distribution with the lowest perturbation the densest one. The perturbation square in the normalized distribution is $\rho^2 = 0.50, 0.37$ and 0.23 resp. as against the original 1.40, 1.00 and 0.60 resp. Thus the perturbation square has been considerably reduced which proves that the distributions have approached the corresponding Poisson-distributions.

According to what has been said in the previous section the density of the regenerations should be proportionate to the means if the distributions had the same form. Obviously this is not the case for these three normalized distributions. An idea of the differences between them can be obtained from Fig. 48. The intermediary curve is here the normalized frequency distribution with the mean 2.37 and the perturbation square 0.37 which has arisen from the original regeneration with the mean 3.00 and the perturbation square 1.0. Both the other curves have been obtained in the following manner. Trials have shown that a regeneration with $\rho^2 = 0.6$ and an original mean of abt 2.7 receives after normalization a mean of approximately the same size as in the distribution first mentioned or $m = 2.33$. For $\rho^2 = 1.4$ an original mean of 3.2 yields after normalization of the distribution the mean 2.34. Both curves have been calculated on the basis of these values of mean and perturbation. The three curves presented in Fig. 48 thus have approximately the same mean and the differences between them express the discrepancy remaining in the normalized distributions, which have relation to the differences in perturbation only.

Fig. 48 shows that the distributions have a trend similar in the main characters. Differences remain, however. It is important to try and arrive at a conception as clear and tangible as possible of what these differences may imply with regard

to the judgment of a regeneration. Fig. 48 is not well adapted to this purpose. Maps have been made instead of the theoretic distributions obtained with the aid of tables of random numbers. The places of square areas with 0, 1, 2 seedlings have first been established on the basis of two table-figures denoting the coordinates of the areas in a rectangular system of coordinates. The places of the seedlings within each area have subsequently been determined in the same way. It appears from the maps I, II and III in Fig. 49 what the three original regenerations look like and from the maps IV, V and VI how the corresponding normalized regenerations look.

The groupedness in the original regenerations I—III is striking. After normalization in IV—VI it is on the other hand extremely reduced. An estimation of the number of plants corrected for supernormal groupedness as the product of the area-factor and the original number of plants per hectare implies in this example that the regenerations IV—VI are considered equivalent from a point of view of distribution. As a matter of fact it should be possible to put them on equal footing with good approximation. A careful examination of the maps IV—VI shows of course, that the groupedness is slightly less pronounced in IV than in VI, which also should be the case with regard to the ρ^2 -values 0.23 and 0.50 resp. The difference appears to be so small, however, that it can be neglected for the purpose of the comparison in question. Accordingly strongly grouped regenerations are classed slightly less low and weakly grouped regenerations slightly less high than would be reasonable in proportion to an averagely grouped regeneration.

Thus we arrive at the following conclusion: If the number of plants in a natural regeneration is denoted N , the number of plants corrected for supernormal groupedness will be obtained with good approximation as the product

$$R_a \cdot N$$

The area-factor according to the material. The area-factor with only coniferous plants taken into consideration has been calculated from the scheme Table 28 for each individual cutting. The calculations yielded varying mean values very similar for different cutting groups. The means in groups proportionate to number of plants per plot keep on the whole the same level for all groups as is apparent from Fig. 50. Actually a very faint, slightly curvilinear relationship can be traced between R_a and m , which besides agrees closely to the one to be expected in accordance with the theoretic investigation mentioned below (Cf Fig. 52). For practical reasons the association seems to be negligible.

Thus the material shows that the area-factor varies from one cutting to the other, but that it has an approximative constant mean value. This mean value is:

$$R_a = 0.790.$$

Assuming that the ENEROTH function is valid for the plant distributions and that the number of plots is very high the theoretical value of the area-factor can be calculated either direct from the formulas for the ENEROTH function and the POISSON function or for certain m -values from Table 18. The results are equal

neglecting rounding errors in the fourth decimal. Accordingly the theoretic value of R_a is obtained for:

$$\begin{aligned} m = 1, R_a &= 0.83 \\ m = 4, R_a &= 0.77 \\ m = 8, R_a &= 0.82 \end{aligned}$$

with the mean 0.81 surpassing the corresponding value for the graduated material with less than 0.02. The positive difference can probably be explained from the fact that the cutting areas contain only abt 25 sample plots each. As has been pointed out by B. MATÉRN the theoretic value of R_a should in this case be slightly lower than when the number of sample plots is infinitely high. The conclusion has been verified where it appeared also that the systematic underestimation of R_a increases in proportion to increasing m (Cf table on page 90). The difference between the value of the area-factor when assessing with an infinite number of plots and with 25 plots is not very great, however. At the trials in question it amounted to 4.5 % of the average value 0.77 obtained after assessment with 25 plots. This difference is without great importance for the actual comparative method. The theoretical calculation shows besides that the area-factor for an ENEROTH-distribution is slightly affected by the number of plants. At a constant perturbation the association is faintly curvilinear with a minimum in the vicinity of $m = 5$ (Cf Fig. 52). The form is straightened in the material on account of the interaction between decreasing perturbation and systematic error of estimation (Fig. 50 and Tab. page 90).

The area-factor and the size of the area. Through the grouping in the cuttings the seedlings are arranged in a pattern the detailed structure of which is for the greater part unknown up to the moment. It is possible, therefore, that assessments with an area size different from 6.16 m² could yield different area-factors than those calculated above and that the size of the area can consequently influence the comparisons.

At the advice of B. MATÉRN a few cutting areas have been assessed with different plot-sizes in order to obtain an idea of an association if any between size of plot and area-factor. The calculation of the area-factor is based on the differences between the actual distribution of small sample plots with different numbers of plants and the corresponding POISSON-distribution. At the required thinnings, conceived more or less concretely, it is assumed that the place of the seedlings to be removed is not specially selected but decided at random. This is necessary with regard to the corrections for uneven height distribution and plant type mentioned later, which it ought to be possible to perform independently of the correction for the area distribution. From a point of view of forestry this condition should not entail injurious consequences as long as the sample plots are relatively small, e. g. 2 to 3 m². On the other hand it is obvious that it is not immaterial from a point of view of forestry where a seedling is removed in a very large sample plot. As time passes the regeneration, strongly grouped when young, is more and more equalized through improvement cuttings. Already before the number of trees has been reduced to 500 per hectare the distribution of stems should be even in the main. When the number of trees is 500 per hectare each tree represents an area of 20 m². At this size of area it is not even at a very advanced stage of development immaterial where in the plot the tree stands. It seems possible therefore, to limit the investigation now of interest to plot sizes between 3 and 20 m².

At the assessment series of circular sample plots were used with the radii 1.0, 1.4, 2.0 and 2.5 m and a common centre. Three regenerations on ordinary *Vaccinium* type were assessed with 64, 50 and 55 sample plot groups resp. They have been denoted below as sparse, medium dense and dense resp. The area-factors were the following.

Radius	Sparse	Medium dense	Dense
1.0 m	0.80	0.81	0.82
1.4 »	0.80	0.79	0.84
2.0 »	0.78	0.86	0.86
2.5 »	0.81	0.87	0.84
Mean	0.80	0.83	0.84
ϱ	1.19	1.06	0.87

It appears from the compilation that the area-factor within one and the same stand is hardly appreciably affected by changes in the size of the plot within the interval 3.15—19.63 m². The increasing tendency from the sparse to the dense stand is explained from the simultaneously decreasing perturbation. At the bottom the mean of the latter has been given for the four plot sizes.

With reservation for the scarcity of the material we have accordingly found that within wide limits the area-factor is approximately independent of the size of the plot. From a practical point of view this remarkable result is of great importance. This means that the product $R_a \cdot N$ as a measure of the density of the regenerations after correction for supernormal groupedness will combine a concrete forestry tenor with an essential degree of universal applicability.

It is the opinion of the author that more intensive mathematical-statistical studies on the problem of plant distribution can be expected to lead to valuable results from a practical and theoretical viewpoint of regeneration. It seems necessary when doing so to take into consideration not only the distribution of natural regenerations in the area but also the distribution of artificial reforestations. It seems not at all improbable that investigations of that type will enable us to obtain an illustration of the special patterns that characterize various types of grounds and regenerations and thus contribute to the discovery of the biological realities at the back of them.

The association between the area-factor and the perturbation. Both the area-factor and the perturbation are affected especially by the degree of groupedness. Consequently the association between perturbation and area-factor will be strong.

This is actually the case, as appears from the following regression of R_a on ϱ

$$R_a = 1.0000 - 0.2276 \varrho + 0.0204 \varrho^2 \dots\dots\dots (27)$$

Through the correlation the original s. d. s_y has been reduced from 0.1259 to $S_y = 0.0595$ being 47 % of s_y . The correlation coefficient is 0.884 which indicates a very strong covariation (Cf Fig. 51).

The area factor is not affected by the perturbation only, however, but also though rather weakly, by the number of plants. This has previously been demonstrated (page 90) for exact ENEROTH-distributions. The theoretic association for

two different values of q^2 receive the form presented in Fig. 52. In consequence it should be theoretically more satisfactory to calculate the area-factor for an actual cutting area in accordance with calculation scheme II, Table 28, than through calculating the perturbation and subsequently using the function (27). The latter procedure yields a good approximation, however.

Conclusion. It is considered self-evident that the densities in regenerations with equal area distributions are proportionate to the numbers of plants.

By thinning the dense groups in grouped regenerations these can be brought to partial agreement with corresponding Poisson-distributions. Thus normalized plant distributions arise sufficiently equal — without regard to the original degree of groupedness — for an approximative proportionality to be considered extant between the density and number of plants for same.

The number of plants remaining after thinning natural regenerations, divided by the original number is the area-factor which has the mean value 0.790 but is different from cutting to cutting. The area-factor is practically independent of the size of the sample plot within the interval 3—20 m².

The product of the area-factor and the number of plants per hectare is an approximative estimation of the number of plants corrected for supernormal groupedness. This product, therefore, is directly comparable for various regenerations.

Correction factors for the height distribution of the plants

In a natural regeneration the dispersion in height is largely caused by the growth time of various length the plants of various ages have had at their disposal. Plants of exactly the same age on the same site, however, also have a certain height dispersion. It seems not unreasonable to set the height dispersion of plants of the same age as the basis for comparisons with regard to the height structure. The dispersion shown by these plants cannot be avoided even in the most ideal self-regeneration arisen after one single seed year.

A certain idea can be had of the quality of this distribution through investigation of planted stands at various stages of development. Consequently similar investigations have been performed (the material is recorded in Table 2). For reasons easily understood the main part of the material had to be taken from Middle Sweden and South Norrland. As most planted stands have been executed with very few variations in planting distance the material represents this average distance only although with the variations caused by various gaps and by self seeding occurring to a slight degree in some places.

The heights of planted pine- and spruce stands resp. were plotted partly in one metre-classes, partly in half metre-classes at which the class 0—99, 0—49 resp. was denoted by 0, the following by 1, 2, 3 etc. Mean height and dispersion in class units were subsequently calculated. The means of the perturbation were:

	1 m classes	0.5 m classes
Pine and spruce	— 0.305	— 0.031

For the halfmetre-classification which is obviously quite near to an ordinary Poisson-distribution, the means of perturbation for:

$$\text{pine} = -0.027 \qquad \text{spruce} = -0.035$$

A closer agreement still with the Poisson-distribution could probably have been obtained with slightly smaller height classes than 0.5 m. The result achieved

was considered good enough, however, besides which there were strong practical reasons for maintaining the halfmetre-classification. The height distribution in halfmetre-classes of mainly even-aged seedling stands with numeration in accordance with the above will therefore be considered below as on the average approximately distributed according to the Poisson function.

On account hereof correction factors for the uneven height distribution of the plants can be calculated in a way principally agreeing with the calculation of correction factors for the uneven distribution on the area of the number of plants. The correction factor for the height distribution is called the *height-factor* and denoted by R_h .

To estimate the correction downwards of the number of plants which should in reason be caused through supernormal height dispersion, we shall consider what measures could be used in forestry practice in order to improve a bad state. As a matter of fact there are two measures applicable in practice for the types of regenerations in question. We will take into consideration only that one known as "cleaning in a young stand". (Swedish term "plantskogsröjning"). The Swedish term was probably introduced by J. E. VRETLIND who executed cleaning in young stands to a high degree in self-seeded stands in the Malå forest district. It comprises removal of overgrown plants that can be substituted by smaller plants in their vicinity. The consequence is that the mean height, the height dispersion and the mean age of the plants are reduced. This cleaning of young stands should not be permitted to go to any length. We shall investigate below what result is obtained if the limit is set in analogy to previous argumentation at the point where the height distribution of the remaining plants has attained the closest possible agreement with the Poisson-distribution.

Calculation of the height-factor. As appears from Table 19 the classes 0 and 1 contain for coniferous plants usually more than 75 % of the total number of plants. The Poisson-distribution that can be obtained through a successive removal of overgrown plants will thus consist of plants in some of the lowest height-classes among which the classes 0 and 1 dominate totally. It will therefore be suitable to set the limit for "cleaning of young stand" at the point where a Poisson-distribution is attained that has the same absolute frequencies as the original regeneration in the classes 0 and 1.

When applied to the actual material, the cuttings of which often contain very few plants and where the frequencies in the 0- and 1-classes are consequently strongly affected by chance factors, it is suitable to substitute the observed frequencies by those derived in accordance with the ENEROTH function. If therefore in the ENEROTH distribution of height, the relative frequencies in the 0- and 1-classes are denoted by E_0 and E_1 resp. and in the Poisson-distribution remaining after "cleaning of young stands" by P_0 and P_1 , we find:

$$E_1 = E_0 \frac{m^2}{\sigma^2}; P_1 = P_0 \cdot m_p \text{ and:}$$

$$m_p = \frac{m^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots (28)$$

In the above formulas m denotes the mean height in class units in the original ENEROTH-distribution, while m_p is the corresponding figure in the remaining Poisson-distribution, the relative frequencies of which in the classes 0 and 1 bear

the same ratio as the graduated frequencies of the original height distribution in the same classes.

It is easily understood that the number of plants must be as large in the 0- and 1-classes of the POISSON-distribution as in those of the ENEROTH-distribution, as the POISSON-distribution should be reached at least before the 2-class is totally removed. If therefore, the regeneration contained originally N plants, which number was reduced after the "cleaning of young stand" to n plants we obtain $N(E_0 + E_1) = n(P_0 + P_1)$ and from this

$$N \left(1 + \frac{E_1}{E_0} \right) E_0 = n \left(1 + \frac{P_1}{P_0} \right) P_0 \text{ or, eventually as}$$

$E_1/E_0 = P_1/P_0$, $n/N = E_0/P_1$. n/N however is equal to the sought height-factor R_h and consequently:

$$R_h = \frac{E_0}{P_0} \dots\dots\dots (29)$$

The height factor therefore, is the expression of that part of the total number of plants, the heights of which, registered in half metre-classes, follow a POISSON-distribution with the same ratio between the frequencies in the 0- and 1-classes as in the ENEROTH-distribution adjusted to the original regeneration, or — if we want to use that wording — with the same absolute frequencies in the 0- and 1-classes as in the ENEROTH-distribution of the original regeneration.

Although it is of inferior importance practically, it should be pointed out, however, that the observed frequencies in the classes 0 and 1 jointly with the frequencies in the classes 2, 3 etc. calculated on the basis of (28), form an exact POISSON-distribution only if the two frequencies first mentioned are equal to the corresponding frequencies according to the ENEROTH function. If this is not the case for a certain regeneration, only an approximation to the POISSON-distribution (28) can be obtained from it in reality.

As an illustration of the calculation of the height factor the cutting No 75 in Table 22 can e.g. be used. The plant numbers observed and calculated according to the ENEROTH function are given in Table 29. From the observed frequencies are calculated $m = 0.4153$, $\sigma^2 = 0.7692$ and consequently $m_p = 0.2243$. Moreover we find from (18) $E_0 = 0.7407$ and from (8) $P_0 = 0.7994$, and thus $R_h = 0.9266$ and the required cleaning percentage = 7.34. The number of remaining POISSON-distributed plants is obtained through multiplication of the relative frequencies calculated from (8) by $R_h \cdot N = 0.9266 \cdot 183 = 169.6$. These plant numbers have been entered into Table 29, last column, after rounding to whole numbers. Thus the sum is 169 instead of 169.6. In reality there are only 134 plants in class 0 while the exact POISSON-distribution demands 136. Also in the 1 class there is a surplus of 4 plants. Consequently the series 134, 34, 3 is only an approximative POISSON-distribution.

The height-factor according to the material. A value for the height-factor has been calculated from (29) for each individual cutting area with regard to coniferous plants. The mean value for the whole material was $R_h = 0.862$.

The height-factor appeared to decrease in proportion to an increasing cutting-age on account of which a correlation was made, which gave the following result:

$$R_h = 1.0054 - 0.0922 \frac{A}{10} \dots\dots\dots (30)$$

The remaining dispersion about the regression line is chiefly caused through the proportion of stand regeneration varying in different cutting areas, with which R_h is naturally closely associated.

The constants in (30) have the following standard errors:

Constant	Standard error	Same in %
1.0054	0.0512	5.10
0.0922	0.0312	33.85

The trend of the regression line through the group means of the material appears from Fig. 54. The value for the height-factor for each year from 5 to 30 has been calculated in accordance with (30) and entered in Table 30.

The product of R_h and the number of plants per hectare in a certain regeneration yields the number of plants that are with regard to height approximatively Poisson-distributed. One thus receives with the same symbols as above $n = R_h \cdot N$. We find from this that the "cleaning of young stands" in accordance with the principles stated above has given a thinning percentage of 100 ($1 - R_h$). The height-factor as a part of the comparison-system would of course gain increased value if this thinning-percentage corresponded to the averagely applied percentages at thinning young stands in practice. In spite of these thinnings enjoying real popularity at present, very little seems to be known about the average strength of the measure. From the forest officer J. E. VRETLIND the author has received with gratitude what are probably the only figures at present available and known with certainty.

Within a cutting area with sparsely occurring seed trees, burnt over in 1936, young stands were cleaned in August 1940 in three different sample plots. When doing so in the plots 1, 2 and 3, 11.2, 8.1 and 9.8% resp. of the original number of plants of pine and spruce were removed i.e. on an average without regard to the slightly varying sizes of the sample plots, 9.7%. According to the method used for determining the age of cutting this was 14 years. For this value according to (30), $R_h = 0.8764$ is obtained corresponding to a cleaning percentage of 12.36. The agreement between the observed cleaning percentage and the one calculated on theoretical grounds can be considered quite good, especially when taking into consideration that the material for the calculation of R_h contains considerable amounts of overgrown spruce trees (stand regeneration) which cannot to any great extent have been the case in VRETLIND's burnt cutting. Overgrown, rather old spruce trees usually contribute to a decrease of R_h , however, and consequently to an increased cleaning percentage, which besides seems justified from a viewpoint of forestry. — Of course no far-reaching conclusions can be drawn from this single example, but it seems to prove at least that the size of the height-factor does not deviate strikingly from what can be considered reasonable from a point of view of forestry.

The association between plant-density and plant-height. If we should want to assess the number of plants in a regeneration after correction for groupedness and correction for supernormal height dispersion to the amount

$R_a \cdot R_h \cdot N$, this can be done in accordance with the previous accounts but only under condition that the number of plants does not show any strong correlation with the plant height. If a strong positive correlation prevailed, e.g. the high plants to be removed at a "cleaning of young stands" occur for the greater part in the dense groups where thinning has to be done at any rate in order to obtain the required area-distribution. There is a possibility at this thinning to remove the high plants in the first place. Through this the product $R_a \cdot R_h \cdot N$ would imply an unreasonably strong downward correction, as R_a in itself already contains a greater or smaller part of R_h .

To find out the correlation between plant density and plant height, the following calculations have been performed for 10 cutting areas of different ages between 100 and 400 m above sea level. First the number of plants $= (1 - R_h) \cdot N$ to be removed at "cleaning of young stands" was calculated. Then the $(1 - R_h) \cdot N$ highest plants were sought and the number of plants recorded for the sample plots in which they stood. The mean number of plants on the plots in question was denoted by m_1 .

If there is no correlation, this implies that the $(1 - R_h) N$ highest plants can be considered as equally many plants selected at random. The mean number of plants in a plot in which a plant taken at random stands is, however, according to the following formula designed by B. MATÉRN equal to

$$m_2 = m + \frac{n-1}{n} Q^2,$$

in which m denotes the mean number of plants per plot in the whole cutting area and n the number of plots.

If then, m_1 is greater than m_2 , a positive correlation is extant, i.e. high plants are concentrated to plots rich in plants. If m_1 is smaller than m_2 , the correlation is negative and high plants are preferably found in sparse plots. The investigation showed that the correlation in one cutting was 0 and in the others negative. On the average m_2 was = 9.67 and $m_1 = 6.72$ plants per plot. The total mean number of plants per plot for the 10 cuttings was 5.78. As accordingly m_1 lies within the area of the distribution where no plants are generally removed at the thinning necessary for the calculation of the area-factor, it is evident that the whole effect of the height factor can be included without any appreciable risk for unreasonably strong correction. We assume as a first approximation therefore, that the thinning of the groups and the "cleaning of the young stands" are executed independently and that the combined effect of the measures is measured by the product $R_a \cdot R_h \cdot N$.

Conclusion. Correction for the uneven height distribution of the plants can be performed through a measure which is very similar to "cleaning of young stands". When doing so plants becoming overgrown are removed to the limit where the remaining plants form an approximative Poisson-distribution. The quotient between the remaining and the originally extant number of plants is the height factor R_h . The height factor decreases proportionate to an increasing cutting-age. Its average value is 0.862. The number of plants corrected for uneven height distribution is estimated at the amount $R_h \cdot N$ at which R_h is calculated from (30) for various cutting ages or is taken from Table 30.

The number of plants corrected for both groupedness and supernormal height distribution is estimated at the amount $R_a \cdot R_h \cdot N$.

The correction factor for plant type and the combined correction factor

In the Table of weight indexes 23, we find data on how the average plant of a new regeneration or stand regeneration resp. is estimated at various cutting ages in proportion to a faultless, well-shaped plant. As, which has been said previously, the appearance of a seedling plays a rôle at the assessment of the regeneration result, this weight index — or *type-factor* if we want to maintain the analogy to the area-factor and the height-factor — seems to be usable as a correction factor R_t , which, multiplied by the number of plants, yields an estimation of the total contents of faultless plants in the regeneration.

Accordingly we assume, that $R_t \cdot N$ is the number of plants corrected for plant type.

The type factor is independent of the plant height and can at any rate not be regularly worse in the dense plant groups than in the sparse cutting compartments. If consequently we combine all correction factors and estimate the number of plants of a regeneration after correction for area and height distribution and plant type at a number of plants:

$$R_a \cdot R_h \cdot R_t \cdot N \dots\dots\dots(31)$$

we shall probably have obtained a not unreasonably low assessment.

The combined correction factor has been calculated for new regeneration and stand regeneration resp. of coniferous seedlings and entered for various cutting ages in Table 31.

Conclusion. The regeneration remaining after corrections for supernormal groupedness, uneven height distribution and plant type can be denoted *comparison regeneration*. It can be said to be a regeneration of faultless plants with Poisson-distributed heights and an area distribution immaterially deviating from a normalized ENEROTH-distribution. The deviation is due to a disturbance of the normalized ENEROTH-distribution arising in reality at a "cleaning of young stands" when plant height and number of plants are not uncorrelated.

The number of plants in the comparison regeneration corresponding to a certain natural regeneration can be calculated from (31). The value of the correction factors is in that case found from investigations in the field. The mean values given previously can be used for rough calculations (Table 31). The numbers of plants in various comparison regenerations are directly comparable with each other in as far as they are numbers of plants in regenerations that are on the whole equally distributed on the area, equally distributed in height and consist of equally good plants. The comparison regenerations are in other words similar from a point of view of structure and quality.

Comparison regenerations of planted stands (artificial forestation)

For planted stands and patch seedings, which can be considered equal in the respect mentioned below, it is the general aim to obtain an area distribution as even as possible. Spacing can, however, not be maintained so precise in practice that the theoretically possible evenness is fully attained. Conscious deviations from regular spacing are also performed because it is considered important that planting holes and seeding spots are placed in such sites where they are easily produced and where the plants have the greatest probability of surviving. In spite of all precautions a certain regular loss occurs which can be considered normal.

Together with irregularities in the spacing distance this causes that comparatively much is lacking in the theoretical evenness. The real distribution thus often approaches a Poisson-distribution.

If we depart from a Poisson-distribution with a slightly higher mean than e.g. a planted stand it can with the aid of adequate thinning be transformed into an area distribution very strongly reminiscent of that of the planted stand. The degree of thinning is determined from the calculation scheme I, Table 27 at which the Poisson-distribution is entered in the second column and the observed distribution of the planted stand in the third column. When choosing a suitable mean in the Poisson-distribution a distribution comparatively exactly agreeing with the observed one is usually obtained after thinning. But of course the place of the individual plants within the sample plots cannot be fully made to agree with the planted stand.

For closer investigations into the question how the mean of the Poisson-distribution should be chosen for the calculations mentioned above only a material of mapped seedlings has been at our disposal. It is probable, however, that the seeded and planted stands in Norrland show approximately the same degree of irregularity, and the material can accordingly be considered applicable to the purpose in question. It was proved that the thinned Poisson-distributions could be brought into very close agreement with the observed distributions if their mean was at the highest about 40 % greater than that of the seedlings. These means (the number of patches per sample plot) varied in the 12 investigated cases between 0.8 and 3.2 and the percentage of blanks between about 1 and 12 %. The interval $m = 1$ to $m = 3$ comprises the spacings that will be of the greatest interest at present, viz. from 2.5 to 1.4 m. The material showed that the mean of seedlings needed raising with on the average 28 % (1 value with 1 %, the remaining 11 between 20 and 40 %). The seedlings were carried out during the years 1945—1948 and were mapped the latter year. It is extremely probable that the percentage of blanks will increase for the next few years, which will act towards a decrease of the percentage addition. For this reason and also because the figure in question must not be strained too much at the present stage, it will be best to use for the comparison-method a value rounded downwards to 25 %.

The Poisson-distribution corresponding to a planted or seeded stand performed in practice should therefore have a mean on the average 25 % higher than that of the artificial forestation where for the moment only the area-distribution is taken into consideration. If the mean number of seedlings (seed patches) per area is m in the artificial forestation, the Poisson-distribution should have the mean 1.25 m seedlings per plot.

Fig. 55 presents maps firstly of seedlings, with a varying number of spots per plot (I—III), secondly of the thinned Poisson-distributions corresponding to the seedlings (IV—VI). The maps I and IV have the same mean, likewise II and V and III and VI. These pairs of distributions are identically equal in as far as the number of plots with 0, 1, 2 seedlings is equally great in both distributions belonging to the same pair. The thinned Poisson-distributions (IV—VI) are not quite so even as the seedlings, however. Greater likeness still also in the distribution within the sample plots could have been attained by taking Poisson-distributions with more than 25 % greater means than the seedlings as the starting point. It is questionable, however, if from the viewpoint of forestry the importance

of the orientation of the seedlings within so small areas as 6 m² is large enough to justify this. At the first thinning action already, the greater part of the differences in area-distribution discernible at the early seedling stage will probably be obliterated.

With regard to area-distribution we can now make the transition from cultures to Poisson-distributions. We have previously shown that the ENEROTH-distributions of the natural regenerations can be given a certain degree of evenness through normalizing. To link the chain between artificial forestation and natural regeneration only the step between the normalized ENEROTH-distribution and some suitable Poisson-distribution is left. This step is far from easy. The task we have undertaken to perform is to find the counterpart to the extremely grouped, natural regenerations and the apparently incomparably uniform artificial forestations. This can of course be done in such a way that we depart from natural regenerations very rich in plants, that are thinned so severely that the remaining seedlings will stand exactly where a seedling would have had its place if the ground had been subjected to artificial forestation. This solution to the problem must, however, be considered unfeasible on account of the incredibly high demands thus put on the number of plants in the natural regenerations.

We proceed in the following manner instead. The problem is to adjust a Poisson-distribution thus to an ENEROTH-distribution that the unavoidable discrepancies between the class-frequencies of both distributions become as little conspicuous as possible. If we denote the percental frequency of the ENEROTH-distribution in the class i by N_i and the percental frequency of the Poisson-distribution in the same class by P_i the smallest value of the sum $\chi^2 = \sum_0^{\infty} [(N_i - P_i)^2 / P_i]$ has been

good guidance for the determination of the relation between the means of the distributions, where the distributions appear most similar according to the maps produced. The relation between the mean E of the original ENEROTH-distribution and the mean of the nearest corresponding Poisson-distribution P is represented in Fig 56. Maps of normalized ENEROTH-distributions with the original means $m = 1, 3$ and 6 and the nearest corresponding Poisson-distributions, the means of which are $0.8, 1.9$ and 4.4 resp. are shown in Fig. 57.

On the basis of the previous investigations we can now compute a table on the mean numbers of faultless and normally height-distributed coniferous seedlings per sample-plot, which correspond according to our system of estimation to each other in various important distributions (Table 32). In line 1 in Table 32 is the number of plants in a natural regeneration corrected for height and type, with average perturbation and consequently the area factor 0.790 . In line 2 the mean number is given for the corresponding normalized distribution (being $0.790 \times$ the mean numbers in line 1). According to the curve in Fig. 56 these normalized distributions correspond to Poisson-distributions with the mean numbers given in line 3. We have previously found that the mean of a common planted stand has to be increased by 25 % to yield the mean in a corresponding Poisson-distribution. The mean number of the artificial forestation are therefore the figures in line 3 divided by 1.25 . These values are found in line 4 and denote the mean number of seedlings or spots in an artificial forestation. To these numbers of plants the average square spacings denoted in line 5 correspond.

To explain the figures entered into line 6 the following conditions must be taken into consideration. In very sparse spacing arrangements ordinary

seeded plants become gradually very wide-crowned and limby. At an investigation after a certain time, e.g. 30 years after planting they would receive a comparatively low weight-index. As we take the weight-index (type-factor) into consideration when assessing natural regenerations, it should also be done for planted stands. Of course we know extremely little of the value of the type factor in various kinds of artificial reforestation and for various spacings but we cannot omit, however, with the guidance of general experience and a few investigations, to try to make the best possible judgment of it. When doing so we can depart from the condition generally known, that successful planting spaced at about 1,3 m yield trees of an adequate type, i. e. with a weight index 1,0. When spacing at about 2,5 m, however, the spacing trials of the Institute have shown for pine (Cf LANGLET, 1937, NÄSLUND, 1944) very wide-crowned and broad types. According to the type scheme Table 8, the weight index should in this case receive the value 0.7. It could be mentioned that a figure of this size does not seem unjustified from an economical point of view. A decrease in quality from unsorted to quinta already, implies a depreciation of 25 %, to which are added losses on account of more expensive felling and transport. By connecting both points determined above by a curve as shown in Fig. 60, we may consider ourselves to have done what can be done at present in this question as yet insufficiently studied. Fig. 60 has bearing upon planted pine in the first place. For seeded pine and planted or seeded spruce resp. the curve will certainly have a slightly deviating trend. We lack further criteria as to how it could look, however, on account of which the curve represented in Fig. 60, has to be accepted for the time being as a first orientation (Cf also next section). On the basis of Fig. 60 and the data in Table 32 line 5 it can now easily be calculated what spacings correspond to the spacings in line 5 after type correction. These spacings are shown in Table 32 line 6. The type correction thus performed bears upon planted stands at an age so far developed as — let us say about 30 years — that the tree types have had time to assume the appearance characteristic for the spacing.

With the guidance of the data in Table 32, lines 6 and 2, finally, it can be calculated for each spacing how many seedlings per hectare are found in the corresponding comparison regeneration. The calculation has been done in Table 33, which states for spacings from 1.0 to 3.3 with intervals of 1 dm, partly the number of plants in the planted stand and partly the number of plants per hectare in the corresponding comparison regeneration (Col. 3a and 3b, cf below). The latter figures are directly comparable to the number of plants in the comparison regenerations of the natural regenerations, i.e. with the value $R_a \cdot R_h \cdot R_t \cdot N$ according to (31).

Comparison between the natural regenerations and the planted stands

When calculating Table 33, which aims at making possible comparisons between natural regenerations at any age from 0 to 30 years on the one hand and 30 year old plantings on the other, the probable development of plant type had to be estimated either for the plantings or for the comparison regenerations. The latter alternative has been chosen here, which leads to the limiting values of the number of plants for comparison regenerations, given in Table 33, columns 3a and 3b.

Column 3a is designed to show comparisons between natural regenerations and plantings, when the former have attained the same degree of development

(approximately = age) as a thirty year old planting. Column 3b has been obtained by dividing the figures in column 3a by the type-factors of the plantings, according to figure 60. These values for the number of plants for comparison regeneration are intended for application when comparing very young natural regenerations with 30 year old plantings. We may assume according to figure 39 that the plants in the new regenerations less than one year old are free from defects, although such regenerations will scarcely exist in actuality. The series in columns 3a and 3b thus become limiting values, such that column 3a is valid for 30 year old and column 3b for less than one year old regenerations. For regenerations lying between said ages the number of plants in the comparison regenerations are found between these limits.

The whole relationship, which at first glance is somewhat confusing, can be made clearer in the following manner. 1. We can take a 30 year old natural regeneration, which is thinned and type recorded according to given rules. The number of plants for this comparison regeneration is $R_a R_h R_t N$ which let us say equals 3050 satisfactory plants. According to Table 33, column 3a, this corresponds to a 30 year old planting in 2.0 meter spacing. 2. The natural regeneration shows a satisfactory type, but it is only five years old, for example. This is treated in the same manner as the one above, and also gives the result that $R_a R_h R_t N$ equals 3,050. This, however, cannot correspond to a 30 year old planting, after the above mentioned steps really have been carried out, and under the condition that no plants are thereafter added or removed. For its structure and thinness is now about the same as those of the planting, and during the time of growth from 5 until 30 years its type deteriorates as if it were a planting, so that at 30 years it has consequently assumed about the same value. If this is then examined, its comparison regeneration will fall below 3,050 plants because of type deterioration only, and will be 3,050 multiplied by 0.825, where 0.825 is the type-factor for 2.0 meter spacing. Consequently we must in this case demand a greater number of plants in the comparison regeneration, that is to say $3,050/0.825$, or in round figures 3,700. In reality the time of growth in the example is 25 years and the type of the five year old natural regeneration is in general not satisfactory. Therefore we should interpolate in Table 33 between the calculated limits, which will give us a value of 3590.

On the basis of the data on the plant number of the coniferous regeneration in Table 14 and the combined correction factors in Table 31, the number of plants per hectare of the comparison regenerations has been calculated in Table 34 for a number of combinations of altitudes, numbers of seed trees and cutting ages. According to our previous investigations the data in Table 34 refer to relatively equally area-distributed regenerations (Cf Fig. 57: I—III) with a height distribution similar to that arising in stands of equal age and consisting of seedlings, that have been recalculated to adequate (type corrected) on a definite assessment-norm (Table 8). To these plant numbers the plant numbers given in Table 33, col. 3 a and 3 b correspond approximately. These plants are distributed on the area in about the same way as the plants in Table 34 (Cf Fig. 57), have appr. the same height distribution and have been assessed on the same grounds. Further the numbers of plants in the comparison regenerations in Table 33 correspond to the spacings (Cf Fig. 55) given in the same Table (col. 1). Consequently the comparison regenerations in Table 34 correspond to certain spacings given in Table 33. Thus

we can find the latter by departing from a certain plant number in Table 34 to an equally large plant number in Table 33 between col. 3 a and 3 b according to the age of the regeneration, and finally from there horizontally to col. 1, where the corresponding spacings can be read.

There are a few things that should be specially pointed out in this connection.

The general experience confirmed i.a. by NÄSLUND (1944) and EKLUND and HUSS (1946) is that the quality of the timber is slightly better in seeded than in planted stands when the spacing is the same. As has been said before (page 00) we lack definite criteria for an assessment of the importance of the difference in this connection. It is easily explained however, that in spite hereof, one wants to form a judgment purely as judgment of it. Attempts in this direction have been made. The following was the result. To planted stands spaced up to 1.7 m there correspond from a viewpoint of quality seeded stands spaced about 15 cm wider, and to planted stands with the interval 1.8—2.0, seeded stands spaced about 20 cm wider. — We shall exemplify how these data should be utilized. If we have a 30 years old natural regeneration, the comparison regeneration of which contains 3,050 seedlings per hectare (See Table 33) a planted stand spaced at 2.0 m can be counted upon to yield a similar result, and likewise a seeded stand, spaced at $2.0 + 0.2 = 2.2$ m. We can not inverse the matter, however and maintain, that if a planted stand spaced at 2.0 m can be approved of and consequently also a seeded stand spaced at 2.2 m, only 2,250 seedlings per hectare are required for an acceptable comparison regeneration (See Table 33).

At the comparison method now performed, only the number of plants and the structure and type of the regenerations are taken into consideration (Cf Chapt. IX). The time consumed in order to obtain a certain result is, however, as previously, not taken into consideration.

The putting back of the stage of development of natural regenerations through the measure "cleaning of a young stand" is, however, an important factor, which can play a big part in the evaluation of certain regenerations from an economic viewpoint. Concerning the type of regeneration under study here, however, it appears as if the expedient of cutting from beneath in order to thus avoid a loss of time furnishes little chance to lead to favorable results. This appears to be true merely by comparing Tables 14 and 20, but may be a question worthy of further investigation.

The comparison method alone does not form a sufficient base for an economic choice between different regeneration methods. But with its aid, a question of importance to this choice can to a certain degree be illustrated, viz. the question of the length of the time of regeneration and of the waiting time. We shall recur to this below.

The result of regeneration in the spruce forest grounds of Norrland

The essential aim of this paper has been to publish the material and the arrangement of it, on which we can base an opinion on the regeneration result in the unburnt spruce forest cuttings of the investigated districts. The conclusions with regard to forestry have mainly been drawn earlier already (TIRÉN, 1945) and need not be repeated in detail here.

This is not the place in which to decide what should be considered good or satisfactory regeneration. A discussion of the regeneration results achieved in reality

cannot take place, however, without certain criteria in this respect. For that reason we assume that a satisfactory regeneration in the forests in question can up to an altitude of 200 m above sea level be obtained through planting in 1.6 m spacings and that planted stands spaced more widely than 2.0 m will at no altitude lead to acceptable results. The natural regenerations in the material of this investigation consist as a rule of pine and spruce — on an average about equal parts of both — on account of which the spacings stated can be considered as the mean of slightly closer spacings for pure pine and slightly wider spacing for pure spruce. For the moment birch is left out of account.

On the assumptions accepted for exemplifying the comparison method, we should through a direct comparison between the figures in Table 33, col. 1 and 3 and Table 34, assess the actually achieved regeneration results on ordinary forest grounds in the following way. According to Table 33 a planted stand spaced at 1.6 m corresponds to 5,400—5,600 seedlings per hectare in the comparison regeneration. Table 34 informs us that the comparison regenerations of the natural regenerations at an altitude of 100 m above sea level have on an average attained that number of plants already before 10 years have lapsed after the logging, without regard to the fact whether the number of seed trees was 10, 30 or 50 per hectare. At 150 m above sea level the importance of a sufficient number of seed trees becomes evident from the fact that the regeneration cannot be judged satisfactory after 10 years, if the number of seed trees has been as low as 10 per hectare. In this case about 17 years are required to attain 5,500 seedlings in the comparison regeneration whereas 10 years is more than sufficient when the number of seed trees is 30 or more.

Before proceeding it will be suitable to explain the purport of the terms used on page 174 without further explanations viz. regeneration time and waiting time. By regeneration time is meant the number of vegetation periods that lapse from the essential regeneration cutting until but not including the vegetation period during which a certain satisfactory or else desirable regeneration result is obtained.

In forest-economical calculations the waiting time — above all the time spent in waiting for a natural regeneration is an important factor. It implies the time from the regeneration cutting to the year that can be considered as the birth-year of the stand. This latter year is obtained by subtracting from the date of investigation the mean age of the remaining stand provided that this can be considered satisfactory or else has attained desirable density. Of course the correlation between the number of plants and the age of cutting is not linear but curved in such a direction that the waiting time is slightly less than half the regeneration time. On the other hand a decrease in the mean age of the stand is caused through cleaning of young stands which has an effect towards an increase of the waiting time. Without other than these motivations we accept at present as an approximation, the rule that the waiting time is half the regeneration time.

Thus we find that at 100 m above sea level the regeneration time is less than 10 years and the waiting time less than 5 years. At 150 metres above sea level and for 30 seed trees the same prevails. If the seed trees are only 10 per hectare, the regeneration time is abt 17 years, however, and the waiting time 8.5 years. At an altitude of 200 metres above sea level, we see from Table 34 that under condition of a number of 30 seed trees per hectare, a satisfactory regeneration result is obtained after abt 17 years (waiting time consequently abt 8.5 years) as

against a regeneration time slightly over 13 years and waiting time 6.5 years for a number of 50 seed trees. 10 seed trees per hectare yield at this altitude no satisfactory regeneration even after 30 years. To get down to a regeneration time of 20 years and a waiting time of 10 years, we have to reduce our demands as to what is a satisfactory regeneration from 5,500 to 4,300 seedlings in the comparison regeneration, i.e. to increase the spacing from 1.6 m to 1.8 m.

Over 200 m above sea level, a fast deterioration of the conditions for satisfactory regeneration occurs. If, leaving out the 250 m level, we go direct to 300 metres above sea level, we observe that a mean of 5,500 seedlings in the comparison regeneration cannot be obtained on an average for a great number of cutting compartments. At this altitude, after 20 years and a waiting time of abt 10 years consequently, 10 seed trees per hectare yield no better regeneration result than what corresponds to spacings of 2.3 to 2.4 metres. Even if the number of seed trees is 50 per hectare, a regeneration result is obtained, after a regeneration time of 20 years, corresponding only to a spacing of abt 2.1 m, which can on our premises not be accepted as a satisfactory regeneration. Over 300 metres above sea level the conditions for natural regeneration in the unburnt spruce forest grounds are still more impaired and already at 350 metres e.g., 30 seed trees per hectare yield after 20 years an average result corresponding to spacings of abt 2.5 metres. On forest grounds of medium quality at this altitude, such a result can absolutely not be considered satisfactory.

The conclusions we accordingly arrive at are without doubt likely to inspire serious anxiousness as to the future of forestation in Norrland especially in the immense expanses of forest situated at an altitude of more than 250 to 300 metres above sea level. Undoubtedly many improvements can still be performed in the fields of regeneration cutting, the culture of cutting areas and the care of regeneration, through which we may hope to obtain more favourable results in future than we have up to now. But nevertheless we have to admit that extensive forest areas in Norrland are not productive and cannot be changed into productive coniferous forests without auxiliary measures of various kinds. Such measures have now been generally started. Consequently a very heavy responsibility is laid on the shoulders of the present generation of foresters, for it is to a very high degree dependent on their activity how the future lumber crops in the forests of Norrland will turn out.

TABELLER

Tab. 1. Uppgifter om undersökningsmaterialet
Specification of the research material

Naturlig föryngring
Natural regeneration.

Trakt Area nr	Län Province	Revir eller ägare Forest district owner	Skogens namn Forest	Bredd- grad i grader Latitude degrees	Höjd över havet Altitude m	Vegeta- tions- typer ¹ Site types ¹	Första föryng- rings- sommar First summer after cutting	Hyg- ges- rens- ning. Clearing of the cutting area
1	Jämtlands	Ragunda	Ansjö krp	62,95	380	4	1934	1935
2	»	»	»	62,95	365	4, 6	1934	1935
3	»	»	»	62,93	290	5	1931	orens. ²
4	»	»	»	62,92	295	5, 7, 8	1931	»
5	»	»	»	62,88	320	3, 6, 8	1930	1930
6	»	Skönviks AB	Gastsjö	62,98	410	3, 5	1923	1923
7	»	»	Västerövsjö	63,05	320	4, 6	1928	1929
8	»	»	»	63,05	300	4, 5, 6	1917	1919
9	Västernorrlands	Fjällsjö AB	Risnäs	62,70	130	3, 4, 6	1924	orens.
10	»	»	»	62,68	110	4	1923	»
11	»	»	Byn	62,78	250	4	1923	»
12	»	A. Molin	»	62,78	230	3, 4	1928	»
13	»	Sunds AB	Nordanäs	62,73	160	4	1927	1927
14	»	»	»	62,73	160	3, 4, 6	1927	1928
15	»	»	»	62,73	160	4, 6	1927	1928
16	»	Anundsjö	Solbergsmark	63,82	580	3, 5	1917	orens.
17	»	»	»	63,82	530	3, 4, 5, 6	1917	»
18	»	Mo & Domsjö AB	Skalmsjö	63,53	210	4	1930	1931
19	»	»	Hädanberg	63,55	160	3, 4	1929	1929
20	»	»	Tjärn	63,88	420	3, 6	1929	orens.
21	»	»	»	63,87	410	3, 6	1933	»
22	»	Kramfors AB	Näsåker	63,43	150	3, 4	1933	1933
23	»	»	»	63,43	160	3	1933	1933
24	»	»	Norrntannflo	63,40	200	3, 4, 6	1925	1926
25	»	Junsele	Gultjäl krp	63,87	360	3, 5, 6	1917	1918
26	»	»	»	63,85	365	3, 5, 6, 7	1920	1920
27	»	»	»	63,85	335	3, 4, 5, 6, 7	1919	1919
28	»	»	»	63,85	480	3, 5, 6, 7, 8	1926	1927
29	»	Svanö AB	Lidgatu	63,43	170	3, 5, 6	1929	1930
30	»	»	Oringsjö	63,47	340	3, 4, 5	1929	1929
31	Västerbottens	Dorotea	Blaikfjället krp	64,37	440	3, 4, 5, 6, 7	1932	1932
32	»	»	»	64,37	400	3, 5	1924	orens.
33	»	»	»	64,37	420	3, 5, 7	1929	1931
34	»	»	Fågelberget	64,23	375	3, 4, 5, 7, 8	1924	1930
35	»	»	Dorotea kbh	64,25	285	3	1934	1935
36	»	Kramfors AB	Bergvattnet	64,30	385	3, 4, 6	1929	1929
37	»	»	»	64,30	410	3, 4, 5	1932	1935
38	»	»	Avaträsk	64,40	470	4, 6	1927	1927
39	»	»	»	64,40	480	3, 4	1927	1927
40	»	»	»	64,30	300	3, 4, 5, 6	1929	1929
41	»	Dorotea	Rönnberget krp	64,40	435	3, 4, 5, 6	1930	1930
42	»	Kramfors AB	Granberget	64,70	445	3	1926	1927
43	»	»	»	64,70	445	3	1923	1938
44	»	»	Långfors	64,62	335	3	1926	1926
45	»	Dorotea	Låjtavara krp	64,57	420	3, 5, 7	1918	1919
46	»	»	»	64,57	440	3, 7	1916	1917
47	»	»	»	64,53	450	3, 4, 6	1916	1917

¹ Siffrorna hänföra sig till typschemat på sid. 9. ² Orens. = uncleared.
The numbers refer to the scheme on p. 124.

Tab. 1 (forts.)

Trakt Area nr	Län Province	Revir eller ägare Forest district, owner	Skogens namn Forest	Bredd- grad i grader Latitude degrees	Höjd över havet Altitude m	Vegeta- tions- typer Site types	Första föryng- rings- sommar First summer after cutting	Hyg- ges- rens- ning Clearing of the cutting area
48	Västerbottens	Dorotea	Låjtavara krp	64,53	450	3	1916	1917
49	»	»	» »	64,50	430	3, 4, 5	1916	1917
50	»	»	» »	64,50	430	3, 4, 5	1916	1917
51	»	Kramfors AB	Varpsjö	64,23	410	3	1921	1921
52	Västernorrlands	Kungsg. Marieb.	Valåskogen	64,15	295	3, 4, 5, 6	1920	1920
53	»	» »	»	64,15	310	3, 6	1923	1924
54	»	Kramfors AB	Nyland	63,53	245	3, 6, 7	1925	1926
55	»	» »	Sandviken	63,55	305	3, 4	1925	1933
56	»	» »	»	63,57	310	3, 4, 6	1918	1927
57	»	Per Eriksson	Sörflärke	63,48	110	4	1922	1922
58	»	Mo & Domsjö AB	Hädanberg	63,58	185	3, 4, 7	1928	1929
59	»	» » » »	Hundsjö	63,52	150	3, 4, 6	1927	1928
60	»	» » » »	Getingsta	63,48	210	3	1926	1928
61	»	» » » »	»	63,48	220	3, 4	1926	1928
62	»	» » » »	Björna by	63,60	240	3, 4, 6, 8	1929	1929
63	»	» » » »	» »	63,58	190	3, 4, 6	1929	1929
64	»	» » » »	» »	63,58	190	3	1929	1929
65	»	Nybergs stbh.	Nyland	63,13	100	3, 4, 5, 6	1930	1930
66	»	» » » »	»	63,13	100	3, 4, 5, 6	1930	1930
67	»	G. Strinnlund	Skedom	63,18	130	3, 4, 5	1921	1925
68	»	G. Sjödin	Billsta	63,12	270	3, 4, 5, 6, 7	1920	1927
69	»	Björkä AB	Gålsjö	63,22	180	3, 4	1928	1928
70	»	» »	»	63,20	150	2, 3, 4, 7	1926	1930
71	»	Fors AB	Grundtjärn	63,13	325	4	1918	orens.
72	»	» »	Gålsjönäs	63,13	280	3, 4	1919	1924
73	»	» »	»	63,13	280	3, 4	1919	1924
74	Västerbottens	Joh. Nyberg	Hummelholm	63,75	170	3, 4, 5	1911	orens.
75	»	Nordmal. Ångs. AB	Orrböle	63,70	140	3, 4, 6	1924	1929
76	»	Fab. Gustafsson	Djupsjö	63,68	130	4, 6	1929	1930
77	»	Nordmal. Ångs. AB	Brattsbacka	63,77	200	3, 4, 6	1929	1929
78	»	Bjurholm	Hästliden krp	64,10	340	3, 5, 7	1917	1921
79	»	»	Skardaåsen krp	64,20	290	3, 4, 5, 6, 7	1918	1920
80	»	»	Vargålandet krp	64,20	295	3, 5	1921	1923
81	»	Mo & Domsjö AB	Skarda	64,20	270	3, 4, 6, 7	1920	1929
82	»	» » » »	Nyby	64,33	400	3	1921	orens.
83	»	Örå	Söderås krp	64,45	430	3, 4	1923	1925
84	»	»	Pundliden krp	64,45	400	4	1919	1921
85	»	»	» »	64,47	390	4, 6, 7	1918	1921
86	»	Holmsunds AB	Granhöjden	64,65	340	3, 4, 6, 7	1915	orens.
87	»	Mo & Domsjö AB	Björkberg	64,65	500	3, 5	1924	1926
88	»	» » » »	Norrvik	64,65	590	3, 5	1928	1932
89	»	Strömnäs AB	Nästansjö	64,73	390	3, 6, 7	1925	1929
90	»	» »	»	64,73	390	3, 6	1931	1932
91	»	Vilhelmina	Vojmåsen krp	64,57	410	3, 4, 5	1917	1919
92	»	» »	» »	64,57	400	3, 4, 5, 6	1915	1919
93	»	V:a Stensele	Rönnliden krp	65,15	440	3, 4	1926	1928
94	»	» »	» »	65,15	450	3	1926	1928
95	»	» »	» »	65,13	590	3, 4, 6	1915	orens.
96	»	» »	» »	65,13	590	3, 4, 6	1916	»
97	»	Ö:a »	Jovan krp	64,90	540	3	1922	1926
98	»	» »	» »	64,87	480	3, 5, 7	1924	1931

Tab. 1 (forts.)

Trakt Area nr	Län Province	Revir eller ägare Forest district, owner	Skogens namn Forest	Bredd- grad i grader Latitude degrees	Höjd över havet Altitude m	Vegeta- tions- typer Site types	Första föryng- rings- sommår First summer after cutting	Hyg- ges- rens- ning Clearing of the cutting area
99	Västerbottens	R. Åström	Bygdsiljum	64,35	180	3, 5, 6, 7	1920	1926
100	»	P. Nilsson	»	64,35	160	3, 6	1920	1926
101	»	Jakobssons stbh.	»	64,35	140	3, 4, 6, 8	1925	1926
102	»	Sävenäs Nya AB	Ödesmark	64,40	130	3, 4, 5, 6, 7	1926	1927
103	»	G. Norlén	Högliden	64,40	175	4, 6, 8	1920	1926
104	»	Eriksson	Rotsjö by	64,48	270	3, 7	1925	1925
105	»	»	» »	64,48	270	3, 5	1926	1926
106	»	Degerfors	Kulb.liden	64,48	180	3, 4	1930	1930
107	»	»	»	64,48	190	3, 4	1930	1930
108	»	»	»	64,48	240	4, 6	1929	1929
109	»	»	»	64,48	280	3, 4, 6	1926	1927
110	»	»	»	64,47	290	3, 4, 6, 8	1932	1932
111	»	»	»	64,47	290	3, 5, 7	1932	1932
112	»	»	»	64,48	190	3, 4, 7	1920	1920
113	»	»	»	64,48	180	3, 4, 6	1916	1916
114	»	Sandviks AB	Hedlunda	64,02	150	4	1920	1926
115	»	Degerfors	Kulb.liden	64,48	260	3, 4	1917	1927
116	»	»	»	64,48	260	3, 4	1917	1927
117	»	»	»	64,47	295	3, 7	1937	1937
118	»	»	»	64,48	210	4	1928	1928
119	»	»	»	64,47	300	3	1937	1937
120	»	Robertsfors AB	Nyliden	64,30	290	3, 4, 6, 8	1931	1931
121	»	Fredrika	Käringberget krp	64,10	370	3, 4	1932	1933
122	»	»	Burselb:get krp	64,25	410	3, 7	1933	1934
123	»	»	Storb:get krp	64,05	430	3, 6, 8	1932	1933
124	»	Robertsfors AB	Altarliden	64,32	300	4, 6	1928	1928
125	»	»	St. Mullberget	64,38	270	3, 4, 6, 8	1931	1932
126	»	Fredrika	Storb:get krp	64,10	340	3	1916	1922
127	»	»	» »	64,08	470	3	1932	1933
128	»	Mo & Domsjö AB	Klippen	64,05	460	4	1923	1924
129	»	» » » »	»	64,05	470	3, 5	1929	1929
130	»	Åsele	Tallb:get krp	64,37	540	3	1935	1936
131	»	Gideå-Husum AB	Insjöskogen	64,42	490	3, 4	1926	1928
132	»	Åsele	Tallb:get krp	64,35	470	4, 6, 8	1922	1932

Tab. 2. Uppgifter om undersökningsmaterialet
Specification of the research material

Planteringar m. m.
Plantations etc.

Trakt Area nr	Län Province	Revir eller ägare Forest district, owner	Skogens namn Forest	Höjd över havet m Alti- tude Nr.	Ve- geta- tions- typer ¹ Site types ¹	Plan- terat år Planted in	Plantslag, trädslag Seedling age and tree species
1	Södermanlands		Erikslunds säteri	40	3	1925	2/3 gran
2	»		» »	40	3	1925	1/1 »
3	»		» »	40	3	1925	1/1 »
4	»		» »	40	3	1925	1/1 »
5	»		» »	30	3	1927	1/2 »
6	»		» »	30	3	1927	2/0 tall
7	»		» »	30	3	1928	1/1 »
8	»		» »	30	3	1928	1/1 »
9	»		» »	40	3	1925	2/2 gran
10	Stockholms	Dr Silverstolpe	Näs skog	40	4	1925	1/1 tall
11	»		Ekebyholms skog	30	4	1928	2/2 gran
12	»	Olsson o. Rosenlund	Björnö	20	4	1920	1/1 »
						1925	1/1 »
13	Gävleborgs	Grönsinka	Grönsinka krp	120	3	1916	(?) tall
14	»	»	» »	120	4	1910	(?) gran
15	»	»	» »	90	3	1920	1/1 tall
16	»	»	» »	150	4	1925	1/1 »
17	Kopparbergs	Garpenbergs	Garpenbergs krp	200	4	1931	(?) gran
18	»	»	» »	200	3	1932	(?) »
19	»	»	» »	180	4	1920	2/1 gran
20	»	O. P. Larsson	Malung	380	4	1920	2/0 »
21	»	G. E. Persson	»	480	3	1924	2/0 tall
22	»	B. O. Larsson	»	470	4	1921	2/0 gran
23	»	P. S. Eriksson	»	430	3	1927	2/0 »
24	»	Nordkvist	»	490	3	1927	2/0 »
25	»	Uddeholms AB	Hålia	440	3	1928	2/0 »
26	»	»	Malung	390	3,4	1919	2/0 tall
27	»	V. Mattsson	»	390	3,4	—	Naturföryng.
29	Västerbottens	Kullfors by	»	170	3	—	»
30	»	Degerfors	Svartb: get	200	4	1918	(?) tall

¹ Siffrorna hänföra sig till schemat på sid. 9.

¹ The numbers refer to the scheme on p. 124.

Tab. 3. Förekomsten av vissa växter i beståndet och på hygget

The presence of certain plant species in the stand and on the clear cut area

B + H = både i beståndet och på hygget
both in the stand and on the clear cut areaB = endast i beståndet
only in the standH = endast på hygget
only on the clear cut areaSiffrorna ange antalet lokaler
The figures indicate the number of localities

Vegetationstyp Site type	<i>Hylocomia</i>			<i>Polytrichum commune</i>			<i>Sphagna</i>			<i>Geranium, Dryopteris, Cornus, Oxalis, Anemone</i>		
	B+H	B	H	B+H	B	H	B+H	B	H	B+H	B	H
Örtfattig friskmosstyp... <i>Vaccinium-Hylocomium</i> type, poor in herbs	39			15	2	7						
Örtrik friskmosstyp.... <i>Vaccinium-Hylocomium</i> type, rich in herbs	22			16	2	1		2		22		
Örtfattig friskmosstyp med sumpmossor.... <i>Vaccinium-Hylocomium</i> type with swamp mosses, poor in herbs	1			1				1				
Örtrik friskmosstyp med sumpmossor..... <i>Vaccinium-Hylocomium</i> type with swamp mosses, rich in herbs	7			5				7		7		

Tab. 4. Kronradiens medelvärden för olika planthöjder i de bedömda typklasserna:

- s = smalkronig
- n = normalkronig
- v- = svagt vidkronig
- v = vidkronig
- v+ = starkt vidkronig

The mean values of the crown radius for different heights of plant in the estimated type classes:

- s = narrowcrowned
- n = normalcrowned
- v- = slightly broadcrowned
- v = broadcrowned
- v+ = very broadcrowned

Planthöjd m = height of plant in m

Medelkronradie i cm = mean crown radius in cm

Tall
Pine

Planthöjd m	Medelkronradie i cm					Planthöjd m	Medelkronradie i cm				
	s	n	v -	v	v +		s	n	v -	v	v +
0,0	I	I	I	I	I	2,6	47	55	73	80	99
0,2	5	6	8	9	11	2,8	50	58	77	84	104
0,4	10	11	15	16	20	3,0	52	61	81	88	109
0,6	14	16	21	24	29	3,2	55	64	84	92	113
0,8	18	21	28	30	38	3,4	57	66	87	95	117
1,0	21	25	34	37	46	3,6	59	68	90	98	120
1,2	25	29	40	44	54	3,8	61	71	92	101	124
1,4	29	34	45	50	62	4,0	63	73	95	103	126
1,6	32	38	50	55	69	4,2	65	75	97	106	129
1,8	35	41	55	61	76	4,4	67	76	99	107	131
2,0	38	45	60	66	82	4,6	68	78	100	109	132
2,2	42	49	65	71	88	4,8	70	79	102	110	134
2,4	44	52	69	76	94	5,0	71	80	103	111	135

Tab. 5. Kronradiens medelvärden för olika planthöjder i de bedömda typklasserna:

- s = smalkronig
- n = normalkronig
- v- = svagt vidkronig
- v = vidkronig
- v+ = starkt vidkronig

The mean values of the crown radius for different heights of plant in the estimated type classes:

- s = narrowcrowned
- n = normalcrowned
- v- = slightly broadcrowned
- v = broadcrowned
- v+ = very broadcrowned

Planthöjd m = height of plant in m

Medelkronradie i cm = mean radius in cm

Gran
Spruce

Planthöjd m	Medelkronradie i cm				
	s	n	v -	v	v +
1,0	23	28	38	41	49
2,0	40	50	66	72	84
3,0	53	65	85	92	108
4,0	62	74	95	103	119
5,0	66	77	96	103	118

Tab. 6. Kronradiens medelvärden för olika planthöjder i de bedömda typklasserna:

- s = smalkronig
- n = normalkronig
- v- = svagt vidkronig
- v = vidkronig
- v+ = starkt vidkronig

The mean values of the crown radius for different heights of plants in the estimated type classes

- s = narrowcrowned
- n = normalcrowned
- v- = slightly broadcrowned
- v = broadcrowned
- v+ = very broadcrowned

Planthöjd m = height of plant in m

Medelkronradie i cm = mean crown radius in cm

Björk
Birch

Planthöjd m	Medelkronradie i cm				
	s	n	v -	v	v +
1,0	17	21	29	35	40
2,0	31	37	53	65	75
3,0	43	52	74	90	105
4,0	52	63	92	112	130
5,0	59	72	105	129	151

Tab. 7. Grövsta kvistens diameter hos g-betecknade plantor
 Diameter of thickest branch in plants indicated as thick-branched

Höjd i meter = height in meters
 Grövsta kvist mm = thickest branch in mm
 Tall = pine
 Gran = spruce

Höjd i meter	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
Grövsta kvist mm															
Tall.....	11	13	14	16	18	19	21	23	24	26	28	30	31	33	35
Gran.....	12	13	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	27	27

Tab. 8. Viktindex

Weight-index

Växtl.-index 1
 Index of vigour

Växtl.-index 2
 Index of vigour

Växtl.-index 3
 Index of vigour

Typ Type	Klass Class					Typ Type	Klass Class					Typ Type	Klass Class				
	a	b	b ¹	b ²	b ³		a	b	b ¹	b ²	b ³		a	b	b ¹	b ²	b ³
<i>n</i> ¹	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2	<i>n</i> ²	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	<i>n</i> ³	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2
<i>s</i> ¹	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2	<i>s</i> ²	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	<i>s</i> ³	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2
<i>f</i> ¹	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	<i>f</i> ²	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	<i>f</i> ³	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2
<i>v</i> ¹ —	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	<i>v</i> ² —	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	<i>v</i> ³ —	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2
<i>v</i> ¹	0,8	0,4	0,3	0,2	0,2	<i>v</i> ²	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	<i>v</i> ³	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2
<i>v</i> ¹ +	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	<i>v</i> ² +	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	<i>v</i> ³ +	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2

g: Multiplikationsfaktor = 1,0
d och *t*: » vardera = 0,8
k: » = 1,0

För beteckningen (*n* st.) (*k*) är multiplikationsfaktorn = $\frac{2}{n}$

g: Multiplication factor = 1,0
d and *t*: » each = 0,8
k: » = 1,0

For the indication (*n* st.) (*k*) the multiplication factor is = $\frac{2}{n}$

Tab. 9. Tabell
Table

H. ö. h. m	Å l d e r												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
0	0,1139	0,1335	0,1523	0,1703	0,1875	0,2041	0,2201	0,2355	0,2504	0,2648	0,2788	0,2923	0,3054
50	0,1100	0,1289	0,1471	0,1644	0,1811	0,1971	0,2125	0,2274	0,2418	0,2557	0,2692	0,2822	0,2948
100	0,0991	0,1161	0,1324	0,1480	0,1630	0,1775	0,1914	0,2048	0,2177	0,2302	0,2423	0,2541	0,2655
110	0,0962	0,1127	0,1286	0,1437	0,1583	0,1723	0,1858	0,1988	0,2114	0,2236	0,2353	0,2467	0,2578
120	0,0931	0,1092	0,1245	0,1392	0,1533	0,1668	0,1799	0,1925	0,2047	0,2165	0,2279	0,2389	0,2496
130	0,0899	0,1054	0,1202	0,1344	0,1480	0,1611	0,1737	0,1859	0,1977	0,2090	0,2200	0,2307	0,2410
140	0,0866	0,1015	0,1157	0,1294	0,1425	0,1551	0,1673	0,1790	0,1903	0,2013	0,2119	0,2221	0,2321
150	0,0832	0,0975	0,1111	0,1243	0,1369	0,1490	0,1606	0,1719	0,1828	0,1933	0,2034	0,2133	0,2228
160	0,0796	0,0933	0,1064	0,1190	0,1310	0,1426	0,1538	0,1646	0,1750	0,1851	0,1948	0,2042	0,2134
170	0,0760	0,0891	0,1016	0,1136	0,1251	0,1362	0,1469	0,1572	0,1671	0,1767	0,1860	0,1950	0,2038
180	0,0724	0,0848	0,0967	0,1082	0,1191	0,1297	0,1398	0,1496	0,1591	0,1682	0,1771	0,1857	0,1940
190	0,0687	0,0806	0,0919	0,1027	0,1131	0,1231	0,1328	0,1421	0,1511	0,1598	0,1682	0,1763	0,1842
200	0,0651	0,0763	0,0870	0,0973	0,1071	0,1166	0,1257	0,1345	0,1430	0,1513	0,1592	0,1669	0,1744
210	0,0615	0,0720	0,0821	0,0918	0,1011	0,1101	0,1187	0,1270	0,1351	0,1428	0,1504	0,1576	0,1647
220	0,0579	0,0678	0,0773	0,0865	0,0952	0,1037	0,1118	0,1196	0,1272	0,1345	0,1416	0,1484	0,1551
230	0,0543	0,0637	0,0726	0,0812	0,0894	0,0973	0,1049	0,1123	0,1194	0,1263	0,1329	0,1393	0,1456
240	0,0509	0,0596	0,0680	0,0760	0,0837	0,0911	0,0983	0,1052	0,1118	0,1182	0,1245	0,1305	0,1363
250	0,0475	0,0557	0,0635	0,0710	0,0782	0,0851	0,0918	0,0982	0,1044	0,1104	0,1162	0,1218	0,1273
260	0,0442	0,0518	0,0591	0,0661	0,0728	0,0792	0,0854	0,0914	0,0972	0,1028	0,1082	0,1134	0,1185
270	0,0411	0,0481	0,0549	0,0614	0,0676	0,0736	0,0793	0,0849	0,0903	0,0954	0,1005	0,1053	0,1100
280	0,0380	0,0446	0,0508	0,0568	0,0626	0,0681	0,0735	0,0786	0,0836	0,0884	0,0930	0,0975	0,1019
290	0,0351	0,0411	0,0469	0,0525	0,0578	0,0629	0,0678	0,0726	0,0772	0,0816	0,0859	0,0900	0,0941
300	0,0323	0,0379	0,0432	0,0483	0,0532	0,0579	0,0624	0,0668	0,0710	0,0751	0,0791	0,0829	0,0866
310	0,0297	0,0348	0,0397	0,0443	0,0488	0,0532	0,0573	0,0613	0,0652	0,0690	0,0726	0,0761	0,0795
320	0,0272	0,0318	0,0363	0,0406	0,0447	0,0487	0,0525	0,0562	0,0597	0,0632	0,0665	0,0697	0,0728
330	0,0248	0,0291	0,0332	0,0371	0,0408	0,0444	0,0479	0,0513	0,0545	0,0577	0,0607	0,0636	0,0665
340	0,0226	0,0265	0,0302	0,0337	0,0372	0,0405	0,0436	0,0467	0,0496	0,0525	0,0552	0,0579	0,0605
350	0,0205	0,0240	0,0274	0,0306	0,0338	0,0367	0,0396	0,0424	0,0451	0,0477	0,0502	0,0526	0,0550
360	0,0186	0,0218	0,0248	0,0277	0,0305	0,0333	0,0359	0,0384	0,0408	0,0431	0,0454	0,0476	0,0497
370	0,0168	0,0196	0,0224	0,0250	0,0276	0,0300	0,0324	0,0346	0,0368	0,0390	0,0410	0,0430	0,0449
380	0,0151	0,0177	0,0202	0,0225	0,0248	0,0270	0,0291	0,0312	0,0332	0,0351	0,0369	0,0387	0,0404
390	0,0135	0,0159	0,0181	0,0202	0,0223	0,0243	0,0262	0,0280	0,0298	0,0315	0,0331	0,0347	0,0363
400	0,0121	0,0142	0,0162	0,0181	0,0200	0,0217	0,0234	0,0251	0,0267	0,0282	0,0297	0,0311	0,0325
410	0,0108	0,0127	0,0145	0,0162	0,0178	0,0194	0,0209	0,0224	0,0238	0,0252	0,0265	0,0278	0,0290
420	0,0096	0,0113	0,0129	0,0144	0,0159	0,0173	0,0186	0,0199	0,0212	0,0224	0,0236	0,0247	0,0258
430	0,0086	0,0100	0,0114	0,0128	0,0141	0,0153	0,0165	0,0177	0,0188	0,0199	0,0209	0,0219	0,0229
440	0,0076	0,0089	0,0101	0,0113	0,0125	0,0136	0,0146	0,0157	0,0167	0,0176	0,0185	0,0194	0,0203
450	0,0067	0,0078	0,0089	0,0100	0,0110	0,0120	0,0129	0,0138	0,0147	0,0155	0,0164	0,0172	0,0179
460	0,0059	0,0069	0,0079	0,0088	0,0097	0,0106	0,0114	0,0122	0,0129	0,0137	0,0144	0,0151	0,0158
470	0,0052	0,0061	0,0069	0,0077	0,0085	0,0093	0,0100	0,0107	0,0114	0,0120	0,0127	0,0133	0,0139
480	0,0045	0,0053	0,0060	0,0068	0,0074	0,0081	0,0087	0,0094	0,0099	0,0105	0,0111	0,0116	0,0121
490	0,0040	0,0046	0,0053	0,0059	0,0065	0,0071	0,0076	0,0082	0,0087	0,0092	0,0097	0,0101	0,0106
500	0,0034	0,0040	0,0046	0,0051	0,0057	0,0062	0,0066	0,0071	0,0076	0,0080	0,0084	0,0088	0,0092
510	0,0030	0,0035	0,0040	0,0045	0,0049	0,0053	0,0058	0,0062	0,0066	0,0069	0,0073	0,0077	0,0080
520	0,0026	0,0030	0,0035	0,0039	0,0043	0,0046	0,0050	0,0053	0,0057	0,0060	0,0063	0,0066	0,0069
530	0,0022	0,0026	0,0030	0,0033	0,0037	0,0040	0,0043	0,0046	0,0049	0,0052	0,0055	0,0057	0,0060
540	0,0019	0,0023	0,0026	0,0029	0,0032	0,0034	0,0037	0,0040	0,0042	0,0045	0,0047	0,0049	0,0052
550	0,0017	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030	0,0032	0,0034	0,0036	0,0038	0,0040	0,0042	0,0044
560	0,0014	0,0017	0,0019	0,0021	0,0023	0,0025	0,0027	0,0029	0,0031	0,0033	0,0035	0,0036	0,0038
570	0,0012	0,0014	0,0016	0,0018	0,0020	0,0022	0,0023	0,0025	0,0027	0,0028	0,0030	0,0031	0,0032
580	0,0010	0,0012	0,0014	0,0015	0,0017	0,0018	0,0020	0,0021	0,0023	0,0024	0,0025	0,0026	0,0027
590	0,0009	0,0010	0,0012	0,0013	0,0014	0,0016	0,0017	0,0018	0,0019	0,0020	0,0021	0,0022	0,0023
600	0,0007	0,0009	0,0010	0,0011	0,0012	0,0013	0,0014	0,0015	0,0016	0,0017	0,0018	0,0019	0,0020

Ålder = years after cutting.

H. ö. h. = height above sea level, meters.

över x_1
of x_1

Å l d e r												
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,3181	0,3304	0,3424	0,3541	0,3655	0,3766	0,3874	0,3979	0,4082	0,4183	0,4281	0,4378	0,4472
0,3071	0,3190	0,3306	0,3419	0,3529	0,3636	0,3741	0,3843	0,3942	0,4039	0,4134	0,4227	0,4318
0,2765	0,2873	0,2977	0,3079	0,3178	0,3274	0,3368	0,3460	0,3549	0,3637	0,3722	0,3806	0,3888
0,2685	0,2789	0,2891	0,2989	0,3085	0,3179	0,3270	0,3359	0,3446	0,3531	0,3614	0,3695	0,3775
0,2600	0,2701	0,2799	0,2894	0,2988	0,3078	0,3167	0,3253	0,3337	0,3419	0,3500	0,3578	0,3655
0,2510	0,2608	0,2703	0,2795	0,2885	0,2972	0,3058	0,3141	0,3222	0,3302	0,3379	0,3455	0,3529
0,2417	0,2511	0,2602	0,2691	0,2778	0,2862	0,2944	0,3024	0,3103	0,3179	0,3254	0,3327	0,3398
0,2321	0,2411	0,2499	0,2584	0,2667	0,2748	0,2827	0,2904	0,2979	0,3053	0,3124	0,3195	0,3263
0,2223	0,2309	0,2393	0,2475	0,2554	0,2632	0,2707	0,2781	0,2853	0,2923	0,2992	0,3059	0,3125
0,2122	0,2205	0,2285	0,2363	0,2439	0,2513	0,2585	0,2655	0,2724	0,2791	0,2857	0,2921	0,2984
0,2021	0,2099	0,2175	0,2250	0,2322	0,2392	0,2461	0,2528	0,2594	0,2657	0,2720	0,2781	0,2841
0,1919	0,1993	0,2066	0,2136	0,2205	0,2272	0,2337	0,2401	0,2463	0,2524	0,2583	0,2641	0,2698
0,1817	0,1887	0,1956	0,2023	0,2088	0,2151	0,2213	0,2273	0,2332	0,2389	0,2445	0,2500	0,2554
0,1716	0,1782	0,1847	0,1910	0,1971	0,2031	0,2090	0,2146	0,2202	0,2256	0,2309	0,2361	0,2412
0,1615	0,1678	0,1739	0,1799	0,1856	0,1913	0,1968	0,2021	0,2073	0,2125	0,2174	0,2223	0,2271
0,1517	0,1575	0,1633	0,1688	0,1743	0,1796	0,1847	0,1897	0,1946	0,1994	0,2041	0,2087	0,2132
0,1420	0,1475	0,1529	0,1581	0,1632	0,1681	0,1730	0,1777	0,1823	0,1868	0,1912	0,1955	0,1997
0,1326	0,1377	0,1428	0,1476	0,1524	0,1570	0,1615	0,1659	0,1702	0,1744	0,1785	0,1825	0,1864
0,1234	0,1282	0,1329	0,1374	0,1418	0,1462	0,1503	0,1544	0,1584	0,1623	0,1662	0,1699	0,1735
0,1146	0,1191	0,1234	0,1276	0,1317	0,1357	0,1396	0,1434	0,1471	0,1508	0,1543	0,1578	0,1612
0,1061	0,1103	0,1143	0,1182	0,1220	0,1257	0,1293	0,1328	0,1362	0,1396	0,1429	0,1461	0,1492
0,0980	0,1018	0,1055	0,1091	0,1126	0,1160	0,1194	0,1226	0,1258	0,1289	0,1319	0,1349	0,1378
0,0902	0,0937	0,0971	0,1005	0,1037	0,1068	0,1099	0,1129	0,1158	0,1187	0,1215	0,1242	0,1269
0,0828	0,0860	0,0892	0,0922	0,0952	0,0981	0,1009	0,1036	0,1063	0,1089	0,1115	0,1140	0,1164
0,0759	0,0788	0,0817	0,0845	0,0872	0,0898	0,0924	0,0949	0,0974	0,0998	0,1021	0,1044	0,1066
0,0692	0,0719	0,0745	0,0771	0,0796	0,0820	0,0843	0,0866	0,0889	0,0911	0,0932	0,0953	0,0973
0,0630	0,0655	0,0679	0,0702	0,0724	0,0746	0,0768	0,0789	0,0809	0,0829	0,0849	0,0868	0,0886
0,0573	0,0595	0,0616	0,0637	0,0658	0,0678	0,0697	0,0716	0,0735	0,0753	0,0771	0,0788	0,0805
0,0518	0,0538	0,0558	0,0577	0,0595	0,0613	0,0631	0,0648	0,0665	0,0681	0,0697	0,0713	0,0728
0,0468	0,0486	0,0504	0,0521	0,0538	0,0554	0,0570	0,0585	0,0601	0,0615	0,0630	0,0644	0,0658
0,0421	0,0437	0,0453	0,0469	0,0484	0,0499	0,0513	0,0527	0,0541	0,0554	0,0567	0,0580	0,0592
0,0378	0,0393	0,0407	0,0421	0,0435	0,0448	0,0461	0,0473	0,0485	0,0497	0,0509	0,0520	0,0532
0,0339	0,0352	0,0365	0,0377	0,0389	0,0401	0,0413	0,0424	0,0435	0,0445	0,0456	0,0466	0,0476
0,0302	0,0314	0,0326	0,0337	0,0348	0,0358	0,0368	0,0378	0,0388	0,0398	0,0407	0,0416	0,0425
0,0269	0,0280	0,0290	0,0300	0,0309	0,0319	0,0328	0,0337	0,0345	0,0354	0,0362	0,0370	0,0378
0,0239	0,0248	0,0257	0,0266	0,0274	0,0283	0,0291	0,0299	0,0307	0,0314	0,0322	0,0329	0,0336
0,0212	0,0220	0,0228	0,0235	0,0243	0,0250	0,0258	0,0265	0,0271	0,0278	0,0285	0,0291	0,0297
0,0187	0,0194	0,0201	0,0208	0,0215	0,0221	0,0227	0,0234	0,0240	0,0246	0,0251	0,0257	0,0262
0,0164	0,0171	0,0177	0,0183	0,0189	0,0195	0,0200	0,0206	0,0211	0,0216	0,0221	0,0226	0,0231
0,0144	0,0150	0,0155	0,0161	0,0166	0,0171	0,0176	0,0181	0,0185	0,0190	0,0194	0,0199	0,0203
0,0126	0,0131	0,0136	0,0141	0,0145	0,0150	0,0154	0,0158	0,0162	0,0166	0,0170	0,0174	0,0178
0,0110	0,0115	0,0119	0,0123	0,0127	0,0131	0,0134	0,0138	0,0142	0,0145	0,0149	0,0152	0,0155
0,0096	0,0100	0,0103	0,0107	0,0110	0,0114	0,0117	0,0120	0,0123	0,0126	0,0129	0,0132	0,0135
0,0083	0,0087	0,0090	0,0093	0,0096	0,0099	0,0101	0,0104	0,0107	0,0110	0,0112	0,0115	0,0117
0,0072	0,0075	0,0078	0,0080	0,0083	0,0085	0,0088	0,0090	0,0093	0,0095	0,0097	0,0099	0,0102
0,0062	0,0065	0,0067	0,0069	0,0072	0,0074	0,0076	0,0078	0,0080	0,0082	0,0084	0,0086	0,0088
0,0054	0,0056	0,0058	0,0060	0,0062	0,0064	0,0065	0,0067	0,0069	0,0071	0,0072	0,0074	0,0076
0,0046	0,0048	0,0050	0,0051	0,0053	0,0055	0,0056	0,0058	0,0059	0,0061	0,0062	0,0063	0,0065
0,0039	0,0041	0,0042	0,0044	0,0045	0,0047	0,0048	0,0049	0,0051	0,0052	0,0053	0,0054	0,0055
0,0034	0,0035	0,0036	0,0038	0,0039	0,0040	0,0041	0,0042	0,0043	0,0044	0,0045	0,0046	0,0047
0,0029	0,0030	0,0031	0,0032	0,0033	0,0034	0,0035	0,0036	0,0037	0,0038	0,0039	0,0039	0,0040
0,0024	0,0025	0,0026	0,0027	0,0028	0,0029	0,0029	0,0030	0,0031	0,0032	0,0033	0,0033	0,0034
0,0021	0,0021	0,0022	0,0023	0,0024	0,0024	0,0025	0,0026	0,0027	0,0027	0,0028	0,0028	0,0029

Tab. 10. Tabell
Table

H. ö. h. m	Antal barr-								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,9352	1,7492	2,4537	3,0596	3,5767	4,0139	4,3794	4,6806	4,9245
50	0,7103	1,3286	1,8638	2,3240	2,7168	3,0488	3,3265	3,5553	3,7405
100	0,5396	1,0092	1,4157	1,7653	2,0636	2,3158	2,5267	2,7005	2,8412
110	0,5107	0,9552	1,3399	1,6708	1,9531	2,1919	2,3915	2,5560	2,6891
120	0,4834	0,9041	1,2682	1,5814	1,8486	2,0746	2,2635	2,4192	2,5452
130	0,4575	0,8557	1,2003	1,4967	1,7497	1,9636	2,1424	2,2897	2,4090
140	0,4330	0,8099	1,1361	1,4166	1,6561	1,8585	2,0277	2,1672	2,2801
150	0,4098	0,7666	1,0753	1,3408	1,5674	1,7590	1,9192	2,0512	2,1581
160	0,3879	0,7255	1,0178	1,2691	1,4836	1,6649	1,8165	1,9415	2,0426
170	0,3671	0,6867	0,9633	1,2012	1,4042	1,5758	1,7193	1,8376	1,9333
180	0,3475	0,6500	0,9118	1,1369	1,3290	1,4915	1,6273	1,7392	1,8298
190	0,3289	0,6152	0,8630	1,0760	1,2579	1,4117	1,5402	1,6461	1,7319
200	0,3113	0,5823	0,8168	1,0185	1,1906	1,3361	1,4578	1,5581	1,6392
210	0,2946	0,5511	0,7731	0,9640	1,1269	1,2646	1,3798	1,4747	1,5515
220	0,2789	0,5216	0,7317	0,9124	1,0666	1,1969	1,3059	1,3958	1,4685
230	0,2639	0,4937	0,6925	0,8635	1,0095	1,1329	1,2360	1,3211	1,3899
240	0,2498	0,4673	0,6555	0,8173	0,9555	1,0723	1,1699	1,2504	1,3155
250	0,2365	0,4423	0,6204	0,7736	0,9043	1,0149	1,1073	1,1835	1,2451
260	0,2238	0,4186	0,5872	0,7322	0,8559	0,9606	1,0480	1,1201	1,1785
270	0,2118	0,3962	0,5558	0,6930	0,8101	0,9092	0,9919	1,0602	1,1154
280	0,2005	0,3750	0,5260	0,6559	0,7668	0,8605	0,9389	1,0034	1,0557
290	0,1898	0,3549	0,4979	0,6208	0,7257	0,8145	0,8886	0,9497	0,9992
300	0,1796	0,3359	0,4712	0,5876	0,6869	0,7709	0,8411	0,8989	0,9458
310	0,1700	0,3180	0,4460	0,5562	0,6501	0,7296	0,7961	0,8508	0,8951
320	0,1609	0,3009	0,4222	0,5264	0,6154	0,6906	0,7535	0,8053	0,8472
330	0,1523	0,2848	0,3996	0,4982	0,5824	0,6536	0,7131	0,7622	0,8019
340	0,1441	0,2696	0,3782	0,4716	0,5513	0,6186	0,6750	0,7214	0,7590
350	0,1364	0,2552	0,3579	0,4463	0,5218	0,5855	0,6388	0,6828	0,7184
360	0,1291	0,2415	0,3388	0,4224	0,4938	0,5542	0,6047	0,6463	0,6799
370	0,1222	0,2286	0,3207	0,3998	0,4674	0,5245	0,5723	0,6117	0,6435
380	0,1157	0,2164	0,3035	0,3784	0,4424	0,4965	0,5417	0,5789	0,6091
390	0,1095	0,2048	0,2873	0,3582	0,4187	0,4699	0,5127	0,5480	0,5765
400	0,1036	0,1938	0,2719	0,3390	0,3963	0,4448	0,4853	0,5186	0,5457
410	0,0981	0,1834	0,2573	0,3209	0,3751	0,4210	0,4593	0,4909	0,5165
420	0,0928	0,1736	0,2436	0,3037	0,3550	0,3984	0,4347	0,4646	0,4888
430	0,0879	0,1643	0,2305	0,2875	0,3360	0,3771	0,4114	0,4397	0,4627
440	0,0832	0,1555	0,2182	0,2721	0,3180	0,3569	0,3894	0,4162	0,4379
450	0,0787	0,1472	0,2065	0,2575	0,3010	0,3378	0,3686	0,3939	0,4145
460	0,0745	0,1393	0,1955	0,2437	0,2849	0,3197	0,3489	0,3729	0,3923
470	0,0705	0,1319	0,1850	0,2307	0,2697	0,3026	0,3302	0,3529	0,3713
480	0,0667	0,1248	0,1751	0,2183	0,2552	0,2864	0,3125	0,3340	0,3514
490	0,0632	0,1181	0,1657	0,2067	0,2416	0,2711	0,2958	0,3161	0,3326
500	0,0598	0,1118	0,1569	0,1956	0,2287	0,2566	0,2800	0,2992	0,3148
510	0,0566	0,1058	0,1485	0,1851	0,2164	0,2429	0,2650	0,2832	0,2980
520	0,0536	0,1002	0,1405	0,1752	0,2048	0,2299	0,2508	0,2681	0,2820
530	0,0507	0,0948	0,1330	0,1658	0,1939	0,2176	0,2374	0,2537	0,2669
540	0,0480	0,0897	0,1259	0,1570	0,1835	0,2059	0,2247	0,2401	0,2526
550	0,0452	0,0845	0,1186	0,1478	0,1728	0,1939	0,2116	0,2261	0,2379
560	0,0430	0,0804	0,1128	0,1406	0,1644	0,1845	0,2013	0,2151	0,2263
570	0,0405	0,0757	0,1062	0,1324	0,1548	0,1737	0,1896	0,2026	0,2131
580	0,0385	0,0720	0,1010	0,1260	0,1473	0,1653	0,1803	0,1927	0,2028
590	0,0363	0,0678	0,0951	0,1186	0,1387	0,1556	0,1698	0,1815	0,1909
600	0,0345	0,0645	0,0905	0,1128	0,1319	0,1480	0,1615	0,1726	0,1816

Antal barrfröträd = Number of coniferous seed trees.

H. ö. h. = Height above sea level, meters.

över s₁.
of z₁.

f r ö t r ä d

IO	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20
5,1171	5,2640	5,3704	5,4409	5,4797	5,4907	5,4772	5,4424	5,3891	5,3198	5,2369
3,8868	3,9984	4,0792	4,1328	4,1623	4,1706	4,1603	4,1339	4,0934	4,0408	3,9778
2,9523	3,0371	3,0985	3,1391	3,1615	3,1678	3,1601	3,1400	3,1092	3,0693	3,0214
2,7943	2,8745	2,9327	2,9712	2,9923	2,9983	2,9909	2,9719	2,9428	2,9050	2,8597
2,6448	2,7207	2,7757	2,8121	2,8322	2,8379	2,8309	2,8129	2,7853	2,7496	2,7067
2,5032	2,5751	2,6272	2,6617	2,6806	2,6860	2,6794	2,6624	2,6363	2,6024	2,5619
2,3693	2,4373	2,4866	2,5192	2,5372	2,5423	2,5360	2,5199	2,4952	2,4631	2,4248
2,2425	2,3069	2,3535	2,3844	2,4014	2,4062	2,4003	2,3850	2,3617	2,3313	2,2950
2,1225	2,1834	2,2276	2,2568	2,2729	2,2774	2,2718	2,2574	2,2353	2,2066	2,1722
2,0089	2,0666	2,1084	2,1360	2,1513	2,1556	2,1503	2,1366	2,1157	2,0885	2,0559
1,9014	1,9560	1,9955	2,0217	2,0361	2,0402	2,0352	2,0223	2,0025	1,9767	1,9459
1,7996	1,8513	1,8887	1,9135	1,9272	1,9310	1,9263	1,9140	1,8953	1,8709	1,8418
1,7033	1,7522	1,7877	1,8111	1,8240	1,8277	1,8232	1,8116	1,7939	1,7708	1,7432
1,6122	1,6585	1,6920	1,7142	1,7264	1,7299	1,7256	1,7147	1,6979	1,6760	1,6499
1,5259	1,5697	1,6014	1,6225	1,6340	1,6373	1,6333	1,6229	1,6070	1,5864	1,5616
1,4442	1,4857	1,5157	1,5356	1,5466	1,5497	1,5459	1,5360	1,5210	1,5015	1,4781
1,3670	1,4062	1,4346	1,4535	1,4638	1,4668	1,4631	1,4538	1,4396	1,4211	1,3990
1,2938	1,3310	1,3579	1,3757	1,3855	1,3883	1,3848	1,3760	1,3626	1,3451	1,3241
1,2246	1,2597	1,2852	1,3021	1,3114	1,3140	1,3107	1,3024	1,2897	1,2731	1,2532
1,1590	1,1923	1,2164	1,2324	1,2412	1,2436	1,2406	1,2327	1,2206	1,2050	1,1862
1,0970	1,1285	1,1513	1,1664	1,1748	1,1771	1,1742	1,1667	1,1553	1,1405	1,1227
1,0383	1,0681	1,0897	1,1040	1,1119	1,1141	1,1114	1,1043	1,0935	1,0794	1,0626
0,9827	1,0110	1,0314	1,0449	1,0524	1,0545	1,0519	1,0452	1,0350	1,0217	1,0057
0,9301	0,9569	0,9762	0,9890	0,9961	0,9981	0,9956	0,9893	0,9796	0,9670	0,9519
0,8804	0,9056	0,9240	0,9361	0,9428	0,9446	0,9423	0,9363	0,9272	0,9152	0,9010
0,8333	0,8572	0,8745	0,8860	0,8923	0,8941	0,8919	0,8862	0,8775	0,8663	0,8528
0,7887	0,8113	0,8277	0,8386	0,8446	0,8462	0,8442	0,8388	0,8306	0,8199	0,8071
0,7465	0,7679	0,7834	0,7937	0,7994	0,8010	0,7990	0,7939	0,7861	0,7760	0,7639
0,7065	0,7268	0,7415	0,7512	0,7566	0,7581	0,7562	0,7514	0,7441	0,7345	0,7231
0,6687	0,6879	0,7018	0,7110	0,7161	0,7175	0,7158	0,7112	0,7042	0,6952	0,6844
0,6329	0,6511	0,6643	0,6730	0,6778	0,6791	0,6775	0,6732	0,6666	0,6580	0,6477
0,5990	0,6162	0,6287	0,6370	0,6415	0,6428	0,6412	0,6371	0,6309	0,6228	0,6131
0,5670	0,5833	0,5951	0,6029	0,6072	0,6084	0,6069	0,6030	0,5971	0,5895	0,5803
0,5366	0,5521	0,5632	0,5706	0,5747	0,5758	0,5744	0,5708	0,5652	0,5579	0,5492
0,5079	0,5225	0,5331	0,5401	0,5439	0,5450	0,5437	0,5402	0,5349	0,5281	0,5198
0,4807	0,4946	0,5045	0,5112	0,5148	0,5158	0,5146	0,5113	0,5063	0,4998	0,4920
0,4550	0,4681	0,4775	0,4838	0,4873	0,4882	0,4870	0,4839	0,4792	0,4730	0,4657
0,4307	0,4430	0,4520	0,4579	0,4612	0,4621	0,4610	0,4580	0,4536	0,4477	0,4408
0,4076	0,4193	0,4278	0,4334	0,4365	0,4374	0,4363	0,4335	0,4293	0,4238	0,4172
0,3858	0,3969	0,4049	0,4102	0,4132	0,4140	0,4130	0,4103	0,4063	0,4011	0,3948
0,3652	0,3756	0,3832	0,3883	0,3910	0,3918	0,3909	0,3884	0,3846	0,3796	0,3737
0,3456	0,3555	0,3627	0,3675	0,3701	0,3709	0,3699	0,3676	0,3640	0,3593	0,3537
0,3271	0,3365	0,3433	0,3478	0,3503	0,3510	0,3501	0,3479	0,3445	0,3401	0,3348
0,3096	0,3185	0,3249	0,3292	0,3316	0,3322	0,3314	0,3293	0,3261	0,3219	0,3169
0,2930	0,3015	0,3076	0,3116	0,3138	0,3144	0,3137	0,3117	0,3086	0,3047	0,2999
0,2774	0,2853	0,2911	0,2949	0,2970	0,2976	0,2969	0,2950	0,2921	0,2884	0,2839
0,2625	0,2701	0,2755	0,2791	0,2811	0,2817	0,2810	0,2792	0,2765	0,2729	0,2687
0,2472	0,2543	0,2595	0,2629	0,2648	0,2653	0,2646	0,2630	0,2604	0,2570	0,2530
0,2352	0,2419	0,2468	0,2501	0,2518	0,2523	0,2517	0,2501	0,2477	0,2445	0,2407
0,2215	0,2278	0,2324	0,2355	0,2372	0,2377	0,2371	0,2356	0,2333	0,2303	0,2267
0,2107	0,2167	0,2211	0,2240	0,2256	0,2261	0,2255	0,2241	0,2219	0,2190	0,2156
0,1984	0,2041	0,2082	0,2110	0,2125	0,2129	0,2124	0,2110	0,2090	0,2063	0,2031
0,1887	0,1942	0,1981	0,2007	0,2021	0,2025	0,2020	0,2007	0,1988	0,1962	0,1932

Tab. II. Beräkning av spridningar (se texten s. 32)

Computation of dispersions (cf. text p. 135)

y_B	0—0,99	1,00—1,99	2,00—2,99	3,00—3,99	4,00—5,99	6,00—
s_m	1,648	4,767	5,275	6,936	7,521	9,590
σ_m	0,432	1,301	1,265	1,563	2,013	1,360
$s_i = \sigma_i$	0,917	2,587	2,880	5,064	4,768	8,260
m	0,38	1,42	2,46	3,45	4,63	7,76
σ_m/m	1,14	0,92	0,51	0,45	0,43	0,18

Tab. 13. Tabell över x_5 Table of x_5

Hygges- ålder år	x_5	Hygges- ålder år	x_5	Hygges- ålder år	x_5	Hygges- ålder år	x_5
5	0,4524	12	0,9440	19	1,2993	25	1,5163
6	0,5322	13	1,0024	20	1,3406	26	1,5458
7	0,6086	14	1,0581	21	1,3798	27	1,5734
8	0,6817	15	1,1112	22	1,4169	28	1,5994
9	0,7517	16	1,1618	23	1,4520	29	1,6237
10	0,8187	17	1,2100	24	1,4851	30	1,6464
11	0,8828	18	1,2558				

Hyggesålder, år = Years after cutting.

Tab. 14. Beräknat antal barrträdsplantor av

Calculated numbers of coniferous plants of the classes new

Nyförnygring

Hyggesålder år Years after cutting	100 m ö. h.			150 m ö. h.			200 m ö. h.			250 m ö. h.		
	Antal fröträd per ha											
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
10	6 178	10 230	12 203	4 555	7 138	8 396	3 189	4 724	5 472	2 119	2 971	3 385
15	8 434	13 964	16 658	6 218	9 744	11 462	4 354	6 451	7 472	2 894	4 056	4 622
20	10 362	17 157	20 467	7 639	11 972	14 082	5 350	7 925	9 180	3 556	4 985	5 680
25	12 044	19 941	23 788	8 878	13 912	16 365	6 217	9 210	10 668	4 132	5 791	6 599
30	13 533	22 407	26 730	9 975	15 632	18 388	6 985	10 348	11 987	4 642	6 507	7 415
<i>Beståndsförnygring</i>												
10—30	2 801			2 530			2 192			1 821		
<i>Summa barrskogsförnygring</i>												
10	8 979	13 031	15 004	7 085	9 668	10 926	5 381	6 916	7 664	3 940	4 792	5 206
15	11 235	16 765	19 459	8 748	12 274	13 992	6 546	8 643	9 664	4 715	5 877	6 443
20	13 163	19 958	23 268	10 169	14 502	16 612	7 542	10 117	11 372	5 377	6 806	7 501
25	14 845	22 742	26 589	11 408	16 442	18 895	8 409	11 402	12 860	5 953	7 612	8 420
30	16 334	25 208	29 531	12 505	18 162	20 918	9 177	12 540	14 179	6 463	8 328	9 236

m. ö. h. = m above sea level

Tab. 12. Tabell öfver α_4
Table of α_4

Höjd öfver havet m	α_4	Höjd öfver havet m	α_4	Höjd öfver havet m	α_4	Höjd öfver havet m	α_4
0	1,0000	220	0,6856	360	0,3639	500	0,1423
50	0,9807	230	0,6619	370	0,3438	510	0,1315
100	0,9250	240	0,6381	380	0,3242	520	0,1214
110	0,9099	250	0,6142	390	0,3053	530	0,1118
120	0,8938	260	0,5902	400	0,2871	540	0,1029
130	0,8765	270	0,5663	410	0,2695	550	0,0945
140	0,8582	280	0,5425	420	0,2526	560	0,0866
150	0,8390	290	0,5189	430	0,2364	570	0,0793
160	0,8190	300	0,4956	440	0,2209	580	0,0725
170	0,7982	310	0,4726	450	0,2061	590	0,0662
180	0,7767	320	0,4499	460	0,1920	600	0,0603
190	0,7546	330	0,4277	470	0,1785		
200	0,7320	340	0,4059	480	0,1658		
210	0,7089	350	0,3846	490	0,1537		

Höjd öfver havet m = Height above sea level, m.

nyföryngring och beståndsföryngring. Frisk mark
regeneration and stand regeneration. Healthy ground

New regeneration

300 m ö. h.			350 m ö. h.			400 m ö. h.			450 m ö. h.		
Number of seed trees per hectare											
10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
1 334	1 774	1 989	794	1 006	1 109	446	541	588	237	277	296
1 823	2 424	2 717	1 086	1 376	1 517	611	741	804	324	379	405
2 238	2 976	3 335	1 333	1 688	1 861	751	911	989	397	464	496
2 602	3 460	3 878	1 549	1 962	2 164	872	1 058	1 148	462	540	578
2 925	3 889	4 358	1 742	2 206	2 433	979	1 188	1 289	517	605	647

Stand regeneration

1 446	1 096	788	533
-------	-------	-----	-----

Sum of coniferous regeneration

2 780	3 220	3 435	1 890	2 102	2 205	1 234	1 329	1 376	770	810	829
3 269	3 870	4 103	2 182	2 472	2 613	1 399	1 529	1 592	857	912	938
3 684	4 422	4 781	2 429	2 784	2 957	1 539	1 699	1 777	930	997	1 029
4 048	4 906	5 324	2 645	3 058	3 260	1 660	1 846	1 936	995	1 073	1 111
4 371	5 335	5 804	2 838	3 302	3 529	1 767	1 976	2 077	1 050	1 138	1 180

Tab. 15. Antal björkplantor per ha
Number of birch plants per hectare

Hyggesålder Years after cutting	Antal björkplantor per ha Number of birch plants per hectare		
	Frisk mark	Halvfuktig mark	Fuktig mark
	Healthy ground	Semi-damp ground	Damp ground
5	1 967	4 934	6 793
10	3 560	8 929	12 293
15	4 832	12 119	16 685
20	5 830	14 621	20 129
25	6 594	16 537	22 767
30	7 160	17 956	24 721

**Tab. 16. Tabell över störningen ϱ för
barrträdsplantor**
Perturbation, ϱ , of coniferous plants

Medeltal plantor per yta Plants per plot	ϱ	ϱ^2
1	1,1020	1,2143
2	1,0758	1,1574
3	1,0497	1,1018
4	1,0235	1,0476
5	0,9974	0,9948
6	0,9713	0,9434
7	0,9451	0,8933
8	0,9190	0,8445
9	0,8928	0,7972
10	0,8667	0,7512

Tab. 17. Exempel på observerade och beräknade frekvensfördelningar för barrträdsplanter

Examples of observed and calculated frequency distributions of coniferous plants

Antal plantor per yta Number of plants per plot	Medelantal plantor per yta						Average number of plants per plot					
	0—0,49		0,50—0,99		1,00—1,49		1,50—1,99		2,50—2,99		4,50—4,99	
	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.
0	534	533	217	230	182	197	93	97	22	25	20	18
1	78	81	93	76	111	89	72	64	20	18	14	17
2	22	20	37	33	43	48	38	41	14	13	16	14
3	5	5	14	16	33	27	24	25	14	9	11	12
4	1	2	3	8	9	15	15	15	4	7	13	10
5	1	0	1	4	7	9	9	9	4	5	7	8
6			3	2	4	5	5	6	5	4	2	7
7			1	1	2	3	5	4	1	3	7	6
8			0	1	4	2	1	2	2	2	6	5
9			1	0	1	1	1	1	0	2	4	4
10			0		0	1	1	1	2	1	3	3
11			1		1	1	1	1	1	1	4	3
12					0	0	0	0	1	1	4	2
13					0				1	1	1	2
14					1					0	0	1
15											1	1
16											0	1
17											2	1
18									1			1
19												1
20											1	1
> 20											2	
Σ	641	641	371	371	398	398	266	266	92	92	118	118

Tab. 18. Frekvensfördelningar för barrträdsplanter
Frequency distributions of coniferous plants

Antal plantor per yta Number of plants per plot	Medelantal plantor per yta Average number of plants per plot									
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	Störning Perturbation									
	I,10196	I,07582	I,04968	I,02354	O,99740	O,97126	O,94512	O,91898	O,89284	O,86670
0	0,5196	0,3551	0,2658	0,2076	0,1658	0,1340	0,1088	0,0884	0,0717	0,0578
1	2346	2142	1852	1600	1388	1207	1050	912	789	679
2	1173	1394	1356	1263	1159	1057	959	868	781	699
3	605	930	1009	1004	966	916	860	802	743	685
4	317	627	757	801	806	790	764	731	694	654
5	168	426	570	641	672	680	674	660	640	616
6	89	291	431	514	560	583	593	593	585	573
7	48	199	327	412	466	500	520	530	533	530
8	26	137	247	331	388	428	455	472	482	487
9	14	94	188	266	324	366	397	420	435	446
10	7	65	143	213	270	313	347	372	392	406
11	4	45	109	172	225	268	302	330	352	369
12	2	31	83	138	187	229	263	292	315	335
13	1	21	63	111	156	195	229	258	282	303
14	1	15	48	89	130	167	199	227	252	274
15		10	37	72	108	142	173	200	225	247
16		7	28	58	90	121	150	177	201	223
17		5	22	47	75	103	130	156	179	200
18		3	16	38	62	88	113	137	159	180
19		2	13	30	52	75	98	120	141	162
20		2	10	24	43	64	85	106	126	145
21		1	7	20	36	55	74	93	112	130
22		1	6	16	30	47	64	82	99	116
23		1	4	13	25	40	55	72	88	104
24			3	10	21	34	48	63	78	93
25			3	8	17	29	42	55	69	83
26			2	7	14	25	36	48	61	75
27			1	6	12	21	31	42	54	67
28			1	5	10	18	27	37	48	59
29			1	4	8	15	23	33	43	53
30			1	3	7	13	20	29	38	47
31				3	6	11	18	25	33	42
32				2	5	9	15	22	30	38
33				2	4	8	13	19	26	34
34				1	3	7	11	17	23	30
35				1	3	6	10	15	20	27
36				1	2	5	9	13	18	24
37				1	2	4	7	11	16	21
38				1	2	4	6	10	14	19
39					1	3	6	9	12	17
40					1	3	5	8	11	15
41					1	2	4	7	10	13
42					1	2	4	6	9	12
43					1	2	3	5	8	10
44					1	1	3	4	7	9
45					1	1	2	4	6	8
46					1	1	2	3	5	7
47					1	1	2	3	5	7
48					1	1	1	3	4	6
49					1	1	1	2	4	5

Tab. 18 (forts.)

Antal plantor per yta Number of plants per plot	Medelantal plantor per yta Average number of plants per plot									
	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
	Störning Perturbation									
	1,10196	1,07582	1,04968	1,02354	0,99740	0,97126	0,94512	0,91898	0,89284	0,86670
50						0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005
51							I	2	3	4
52							I	I	2	4
53							I	I	2	3
54							I	I	2	3
55							I	I	2	3
56								I	I	2
57								I	I	2
58								I	I	2
59								I	I	2
60								I	I	I
61									I	I
62									I	I
63									I	I
64									I	I
65									I	I
66										I
67										I
68										I
69										I
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
Σ	0,9997	1,0000	0,9996	1,0004	0,9998	1,0002	0,9997	1,0000	0,9997	1,0002

Tab. 19. Råmaterialets
The height distributions
Nyföryngring av barrträdsplantor

Hygges- ålder år Years after cutting	Höjd, cm Height, cm						
	0—49	50—99	100—149	150—199	200—249	250—299	300—349
5—9	326 0,9731 2 061	9 0,0269 78	13 0,0060	8 0,0037	7 0,0032		
10—14	1 313 0,8427	150 0,0963	43 0,0276	22 0,0141	14 0,0090	7 0,0045	4 0,0027
15—19	842 0,6558	210 0,1636	88 0,0685	49 0,0382	40 0,0312	20 0,0156	16 0,0125
20—24	356 0,7250	67 0,1365	24 0,0489	9 0,0183	13 0,0265	9 0,0183	3 0,0061
Beståndsföryngring Stand regeneration							
5—9	231 0,6176	87 0,2326	27 0,0722	17 0,0455	6 0,0160	4 0,0107	2 0,0053
10—14	384 0,3572	346 0,3219	155 0,1442	87 0,0809	53 0,0493	25 0,0233	13 0,0121
15—19	185 0,2591	191 0,2675	99 0,1387	64 0,0896	53 0,0742	44 0,0616	21 0,0294
20—24	71 0,1449	137 0,2796	78 0,1592	55 0,1122	46 0,0939	37 0,0755	24 0,0490
25—	13 0,1275	16 0,1569	18 0,1765	9 0,0882	10 0,0980	11 0,1078	15 0,1471
Nyföryngring och bestånds- New regeneration and stand							
5—9	557 0,7856	96 0,1354	27 0,0381	17 0,0240	6 0,0085	4 0,0056	2 0,0028
10—14	2 445 0,7542	424 0,1308	168 0,0518	95 0,0293	60 0,0185	25 0,0077	13 0,0040
15—19	1 498 0,6593	341 0,1501	142 0,0625	86 0,0379	67 0,0295	51 0,0224	25 0,0110
20—24	913 0,5146	347 0,1956	166 0,0936	104 0,0586	86 0,0485	57 0,0321	40 0,0225
25—	369 0,6223	83 0,1400	42 0,0708	18 0,0304	23 0,0388	20 0,0337	18 0,0304
Nyföryngring av björkplantor, New regeneration							
5—9	405 0,9574	16 0,0378	1 0,0024	1 0,0024			
10—14	1 440 0,8775	118 0,0719	38 0,0232	23 0,0140	14 0,0085	5 0,0030	2 0,0012
15—19	1 792 0,8401	236 0,1106	54 0,0253	20 0,0094	20 0,0094	4 0,0019	7 0,0033
20—24	1 282 0,7170	208 0,1163	114 0,0638	53 0,0296	43 0,0240	30 0,0168	21 0,0117
25—	262 0,6268	79 0,1890	38 0,0909	14 0,0335	5 0,0120	7 0,0167	5 0,0120

höjdfördelningar

of the raw material

New regeneration of coniferous plants

Höjd, cm Height, cm							
350—399	400—449	450—499	500—549	550—599	600—649	650—	Σ
							335
							I,0000
							2 167
							I,0000
2	3						I 558
0,0013	0,0019						I,0001
4	7		I				I 284
0,0031	0,0055	0,0055	0,0008				I,0003
I	6			2		I	49I
0,0020	0,0122			0,0041		0,0020	0,9999

av barrträdsplanter
of coniferous plants

							374
							0,9999
							I 075
							I,0001
6	2	I	2	I			714
0,0056	0,0019	0,0009	0,0019	0,0009			0,9999
27	20	6	I	I	2		490
0,0378	0,0280	0,0084	0,0014	0,0014	0,0028		I,0001
I4	10	9	4	4		I	102
0,0286	0,0204	0,0184	0,0082	0,0082		0,0020	I,0000
4	I	2	I	2			
0,0392	0,0098	0,0196	0,0098	0,0196			

föryngning av barrträdsplanter
regeneration of coniferous plants

							709
							I,0000
							3 242
							I,0000
6	2	I	2	I			2 272
0,0019	0,0006	0,0003	0,0006	0,0003			0,9999
29	23	6	I	I	2		I 774
0,0128	0,0101	0,0026	0,0004	0,0004	0,0009		0,9999
18	17	16	5	4		I	593
0,0101	0,0096	0,0090	0,0028	0,0023		0,0006	I,0001
5	7	2	I	4			
0,0084	0,0118	0,0034	0,0017	0,0067		0,0017	

 $(L + LF) + F_f + FS_f$
of birch plants

							423
							I,0000
							I64I
							0,9999
							2 133
							I,0000
							I 788
2I	5	6	2	I		2	0,9999
0,0117	0,0028	0,0034	0,0011	0,0006		0,0011	418
I	I	I	3		I	I	I,0001
0,0024	0,0024	0,0024	0,0072		0,0024	0,0024	

Tab. 19 (forts.)

Nyföryngring av björkplantor.
New regeneration

Hygges- ålder år Years after cutting	Höjd, cm Height, cm						
	0—49	50—99	100—149	150—199	200—249	250—299	300—349
5—9	434 0,7270 1 287	78 0,1307 235	46 0,0771 86	19 0,0318 19	7 0,0117 15	13 0,0218 4	
10—14	0,7814 678	0,1427 203	0,0522 83	0,0115 55	0,0091 14	0,0024 27	I
15—19	0,6330 1 100	0,1895 293	0,0775 187	0,0514 99	0,0131 51	0,0252 43	0,0009 37
20—24	0,5864 263	0,1562 60	0,0997 16	0,0528 8	0,0272 4	0,0229 3	0,0197 6
25—	0,7186	0,1639	0,0437	0,0219	0,0109	0,0082	0,0164

Tab. 20. Observerade och
Observed and calculated
Nyför yngning av
New regeneration
Obs. = observed

Hyggesålder år Years after cutting		Höjd, cm Height, cm							
		0—49	50—99	100—149	150—199	200—249	250—299	300—349	350—399
5—9	{obs.	0,9731	0,0269						
	{ber.	0,9732	0,0268						
10—14	{obs.	0,9511	0,0360	0,0060	0,0037	0,0032			
	{ber.	0,9503	0,0353	0,0092	0,0031	0,0012	0,0004	0,0002	0,0001
15—19	{obs.	0,8427	0,0963	0,0276	0,0141	0,0090	0,0045	0,0027	0,0013
	{ber.	0,8424	0,0918	0,0338	0,0154	0,0077	0,0040	0,0022	0,0012
20—24	{obs.	0,6558	0,1636	0,0685	0,0382	0,0312	0,0156	0,0125	0,0031
	{ber.	0,6411	0,1720	0,0808	0,0434	0,0248	0,0147	0,0089	0,0055
25—	{obs.	0,7250	0,1365	0,0489	0,0183	0,0265	0,0183	0,0061	0,0020
	{ber.	0,7210	0,1278	0,0592	0,0331	0,0201	0,0128	0,0084	0,0056
Beståndsför yngning									
Stand regeneration									
5—9	{obs.	0,6176	0,2326	0,0722	0,0455	0,0160	0,0107	0,0053	
	{ber.	0,6162	0,2245	0,0914	0,0385	0,0165	0,0071	0,0031	0,0014
10—14	{obs.	0,3572	0,3219	0,1442	0,0809	0,0493	0,0233	0,0121	0,0056
	{ber.	0,3792	0,2763	0,1632	0,0889	0,0464	0,0236	0,0118	0,0058
15—19	{obs.	0,2591	0,2675	0,1387	0,0896	0,0742	0,0616	0,0294	0,0378
	{ber.	0,2558	0,2290	0,1709	0,1190	0,0799	0,0525	0,0340	0,0217
20—24	{obs.	0,1449	0,2796	0,1592	0,1122	0,0939	0,0755	0,0490	0,0286
	{ber.	0,1723	0,2076	0,1827	0,1410	0,1012	0,0693	0,0460	0,0298
25—	{obs.	0,1275	0,1569	0,1765	0,0882	0,0980	0,1078	0,1471	0,0392
	{ber.	0,0940	0,1596	0,1758	0,1587	0,1275	0,0948	0,0667	0,0451
Nyför yngning och bestånds-									
New regeneration and stand									
5—9	{obs.	0,7856	0,1354	0,0381	0,0240	0,0085	0,0056	0,0028	
	{ber.	0,7817	0,1367	0,0473	0,0191	0,0082	0,0037	0,0017	0,0008
10—14	{obs.	0,7542	0,1308	0,0518	0,0293	0,0185	0,0077	0,0040	0,0019
	{ber.	0,7445	0,1425	0,0570	0,0268	0,0135	0,0071	0,0038	0,0021
15—19	{obs.	0,6593	0,1501	0,0625	0,0379	0,0295	0,0224	0,0110	0,0128
	{ber.	0,6334	0,1664	0,0807	0,0451	0,0269	0,0166	0,0105	0,0068
20—24	{obs.	0,5146	0,1956	0,0936	0,0586	0,0485	0,0321	0,0225	0,0101
	{ber.	0,4887	0,2086	0,1155	0,0689	0,0425	0,0268	0,0171	0,0110
25—	{obs.	0,6223	0,1400	0,0708	0,0304	0,0388	0,0337	0,0304	0,0084
	{ber.	0,5763	0,1734	0,0906	0,0540	0,0342	0,0224	0,0150	0,0102

beräknade höjdfördelningar

height distributions

barrträdsplanter

of coniferous plants

Ber. = calculated

Höjd, cm Height cm									S:a
400—449	450—499	500—549	550—599	600—649	650—699	700—749	750—799	800—849	
									I,0000 I,0000
									I,0000 I,0000
0,0019 0,0007	0,0004	0,0002	0,0001						I,0001 0,9999
0,0055 0,0034	0,0055 0,0021	0,0008 0,0013	0,0008	0,0005	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	I,0003 I,0000
0,0122 0,0038	0,0026	0,0018	0,0041 0,0013	0,0009	0,0020 0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,9999 I,0000

av barrträdsplanter

of coniferous plants

0,0006	0,0003	0,0001							0,9999 0,9997
0,0019 0,0028	0,0009 0,0014	0,0019 0,0007	0,0009 0,0003	0,0001					I,0001 I,0005
0,0280 0,0138	0,0084 0,0087	0,0014 0,0054	0,0014 0,0034	0,0028 0,0021	0,0013	0,0008	0,0005	0,0006	0,9999 0,9994
0,0204 0,0189	0,0184 0,0119	0,0082 0,0074	0,0082 0,0045	0,0027	0,0020 0,0016	0,0010	0,0006	0,0007	I,0001 0,9992
0,0098 0,0295	0,0196 0,0188	0,0098 0,0117	0,0196 0,0072	0,0044	0,0026	0,0015	0,0009	0,0011	I,0000 0,9999

föryngring av barrträdsplanter

regeneration of coniferous plants

0,0004	0,0002	0,0001							I,0000 0,9999
0,0006 0,0012	0,0003 0,0007	0,0006 0,0004	0,0003 0,0002	0,0001					I,0000 0,9999
0,0101 0,0044	0,0026 0,0029	0,0004 0,0019	0,0004 0,0013	0,0009 0,0009	0,0006	0,0004	0,0003	0,0003	0,9999 0,9994
0,0096 0,0071	0,0090 0,0046	0,0028 0,0030	0,0023 0,0020	0,0013	0,0006 0,0009	0,0006	0,0004	0,0006	0,9999 0,9996
0,0118 0,0070	0,0034 0,0049	0,0017 0,0034	0,0067 0,0024	0,0017	0,0017 0,0012	0,0009	0,0006	0,0010	I,0001 0,9992

Tab. 21. Procenttal barrträdsplanter med en
höjd $\geq 1,3$ m
Percentage of coniferous plants with a height $\geq 1,3$ m

Hyggesålder år Years after cutting	Nyföryngring New regeneration	Bestånds- föryngring Stand regeneration
5	0,0	10,0
10	0,4	20,0
15	2,8	31,5
20	7,0	46,0
25	12,0	55,0
30	17,4	67,0

Tab. 22. Jämförelse mellan höjdens observerade och beräknade frekvensfördelningar för enskilda hyggen
Comparison between observed and calculated frequency distributions of the plant height for individual clear cuttings

Höjd klass Height class	H y g g e n r C l e a r c u t t i n g n r																			
	54		65		75		1		56		106		8		100		103		115	
	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.	Obs.	Ber. Calc.
0	358	349	150	151	134	136	53	52	124	121	110	105	80	78	50	50	14	15	31	30
1	33	46	26	24	34	30	14	16	13	19	23	34	16	17	35	33	19	17	42	33
2	14	17	8	9	9	10	6	5	10	8	18	12	7	8	17	19	14	13	12	27
3	12	8	3	4	2	4	2	2	6	4	4	4	2	4	10	11	5	8	19	20
4	7	4	2	2	3	2	1	1	0	2	2	1	2	3	5	6	4	5	19	14
5	2	2	1	1	0	1			2	1			3	2	5	3	4	2	5	9
6	0	1	1	1	1	0			1	1			1	1	2	2	3	1	9	6
7	1	1	1	0					0	0			2	1	1	1	0	1	3	4
8									1	0			0	0	1	1	0	0	4	2
9													1	0	1	1	0	0	3	1
m	0,3326		0,4010		0,4153		0,4737		0,4777		0,5032		0,7719		1,3571		1,8413		2,4354	
σ	2,1562		1,9728		1,4373		1,0741		2,0297		1,0643		1,8437		0,8875		0,5529		0,7068	

Tab. 23. Viktindex

Weight index

Hyggesålder år Years after cutting	Nyföryngning New regeneration		Beståndsföryngning Stand regeneration	
	Barrträdspl. Conif. pl.	Björkplantor Birch pl.	Barrträdsplant. Conif. pl.	Björkplantor Birch pl.
0.....	1,0000	1,0000	0,7590	0,7867
1.....	0,9923	0,9875	0,7636	0,7867
2.....	0,9848	0,9755	0,7681	0,7867
3.....	0,9776	0,9647	0,7727	0,7867
4.....	0,9706	0,9532	0,7772	0,7867
5.....	0,9638	0,9427	0,7818	0,7867
6.....	0,9573	0,9328	0,7864	0,7867
7.....	0,9510	0,9234	0,7909	0,7867
8.....	0,9450	0,9145	0,7955	0,7867
9.....	0,9392	0,9062	0,8000	0,7867
10.....	0,9336	0,8983	0,8046	0,7867
11.....	0,9283	0,8910	0,8092	0,7867
12.....	0,9232	0,8841	0,8137	0,7867
13.....	0,9183	0,8778	0,8183	0,7867
14.....	0,9137	0,8720	0,8228	0,7867
15.....	0,9093	0,8667	0,8274	0,7867
16.....	0,9052	0,8620	0,8320	0,7867
17.....	0,9013	0,8577	0,8365	0,7867
18.....	0,8976	0,8539	0,8411	0,7867
19.....	0,8942	0,8507	0,8456	0,7867
20.....	0,8910	0,8480	0,8502	0,7867
21.....	0,8880	0,8458	0,8548	0,7867
22.....	0,8853	0,8441	0,8593	0,7867
23.....	0,8829	0,8429	0,8639	0,7867
24.....	0,8806	0,8423	0,8684	0,7867
25.....	0,8786	0,8421	0,8730	0,7867
26.....	0,8769	0,8425	0,8776	0,7867
27.....	0,8753	0,8434	0,8821	0,7867
28.....	0,8741	0,8448	0,8867	0,7867
29.....	0,8730	0,8467	0,8912	0,7867
30.....	0,8722	0,8491	0,8958	0,7867

Tab. 24. Viktindex och höjden över havet

Correlation between weight index and height above sea level

Höjd över havet m Height above sea level, m	Nyföryngning New regeneration		Beståndsföryngning Stand regeneration	
	Barrträdspl. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.	Barrträdspl. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.
100—199.....	0,91	0,87	0,83	0,76
200—299.....	0,94	0,89	0,82	0,73
300—399.....	0,88	0,85	0,87	0,83
400—.....	0,91	0,87	0,81	0,81
M.....	0,91	0,87	0,83	0,79

Tab. 25. Viktindex och planthöjd
Weight index and height of plants

200—299 m ö. h. och hyggesåldrarna 10—14 samt 20—24 år
200—299 m above sea level and the groups 10—14 and 20—24 years after cutting

Planthöjd, cm Height of plants, cm	Nyföryngring New regeneration		Beståndsföryngring Stand regeneration	
	Barrträdsp. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.	Barrträdsp. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.
0—24.....	0,96	0,93	0,70	—
25—49.....	0,91	0,86	0,80	—
50—74.....	0,94	0,94	0,82	0,60
75—99.....	0,95	0,87	0,83	—
100—124.....	0,93	0,88	0,78	0,73
125—149.....	0,88	0,92	0,82	0,79
150—174.....	0,94	0,89	0,82	0,73
175—199.....	0,97	0,91	0,84	0,85
200—.....	0,98	0,92	0,90	0,83

Tab. 26. Procenttalet såsom betesskadade bokförda planter
Percentage of plants damaged through grazing

Hyggesålder år Years after cutting	Nyföryngring New regeneration		Beståndsföryngring Stand regeneration		Nyföryngring New regeneration		Beståndsföryngring Stand regeneration	
	Barr- trädsp. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.	Barr- trädsp. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.	Barr- trädsp. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.	Barr- trädsp. Coniferous pl.	Björkpl. Birch pl.
	100—199 m ö. h. m above sea level				300—399 m ö. h. m above sea level			
0—9	5,5	8,7	1,7	0,0	0,0	0,4	2,1	0,0
10—14	9,1	23,6	4,2	30,0	4,8	15,1	4,6	16,7
15—19	8,2	17,0	1,2	16,7	2,0	9,5	0,0	0,0
20—24	3,4	6,1	0,9	11,1	3,5	16,0	3,0	0,0
25—	1,6	1,2	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0
	200—299 m ö. h. m above sea level				400— m ö. h. m above sea level			
0—9	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	2,2	2,3	0,0
10—14	5,5	14,4	3,7	9,1	0,0	5,1	3,0	30,1
15—19	7,1	24,5	4,4	0,0	2,3	6,2	1,9	7,7
20—24	0,4	2,2	0,0	0,0	4,0	10,6	0,0	0,0
25—	—	—	—	—	0,0	12,0	0,0	28,6

Tab. 27. Räkneschema I (jfr sid. 84)

Scheme of computing I (cf. p. 159)

Klass Class	Observerat plantantal Observed number of plots	Poisson distrib.	Diff.	Återst. diff. Remain. diff.	Plantfördelning efter gallring Distribution of remaining stand
0.....	24	5	+ 19	+ 19	24
1.....	16	15	+ 1	+ 1	16
2.....	13	23	- 10	- 10	13
3.....	10	22	- 12	- 10	12
4.....	9	17	- 8	0	17
5.....	10	10	0	0	10
6.....	2	5	- 3	0	5
7.....	8	2	+ 6	0	2
8.....	3	1	+ 2	0	1
9.....	4	0	+ 4	0	
10.....	0	0	0	0	
11.....	1	0	+ 1	0	
S:a	100	100	0	0	100

Tab. 28. Räkneschema II (jfr sid. 84)

Scheme of computing, II (cf. p. 159)

Klass Class	Observerat ytantal Observed numb. of plots	Poisson distrib.	Diff.	Kumulerade differenser Cumul. diff.	S:a Sum
0.....	24	5,13	+ 18,87	+ 18,87	+ 48,50
1.....	16	15,24	+ 0,76	+ 19,63	
2.....	13	22,63	- 9,63	+ 10,00	
3.....	10	22,40	- 12,40	- 2,40	
4.....	9	16,64	- 7,64	- 10,04	
5.....	10	9,88	+ 0,12	- 9,92	
6.....	2	4,89	- 2,89	- 12,81	
7.....	8	2,08	+ 5,92	- 6,89	
8.....	3	0,77	+ 2,23	- 4,66	
9.....	4	0,25	+ 3,75	- 0,91	
10.....	0	0,07	- 0,07	- 0,98	
11.....	1	0,02	+ 0,98	± 0,00	
S:a	100	100	0,00		+ 48,50

Tab. 29. Beräkning av höjdfaktorn
Computing of the height-factor

Höjdklass Height class	Observerat plantantal Number of plants observed	ENEROTH'S funktion Function of ENEROTH	POISSON'S funktion Function of POISSON
0	134	136	136
1	34	30	30
2	9	10	3
3	2	4	
4	3	2	
5	0	1	
6	1	0	
S:a	183	183	169

Tab. 30. Höjdfaktorn
The height-factor

Hyggesålder Years after cutting	Höjdfaktor Height-factor	Hyggesålder Years after cutting	Höjdfaktor Height-factor
5	0,9593	18	0,8395
6	0,9501	19	0,8303
7	0,9409	20	0,8211
8	0,9317	21	0,8119
9	0,9224	22	0,8027
10	0,9132	23	0,7934
11	0,9040	24	0,7842
12	0,8948	25	0,7750
13	0,8856	26	0,7658
14	0,8764	27	0,7566
15	0,8672	28	0,7474
16	0,8579	29	0,7381
17	0,8487	30	0,7289

Tab. 31. Kombinerad korrektionsfaktor $R_a \cdot R_h \cdot R_t$ för barrträdsplanter
Combined correction factor for coniferous plants

Hyggesålder Years after cutting	Nyföryngring New regeneration	Bestånds- föryngring Stand regeneration	Hyggesålder Years after cutting	Nyföryngring New regeneration	Bestånds- föryngring Stand regeneration
5	0,7304	0,5925	18	0,5953	0,5578
6	0,7185	0,5903	19	0,5865	0,5547
7	0,7069	0,5879	20	0,5780	0,5515
8	0,6956	0,5855	21	0,5696	0,5483
9	0,6844	0,5830	22	0,5614	0,5449
10	0,6735	0,5805	23	0,5534	0,5415
11	0,6630	0,5779	24	0,5455	0,5380
12	0,6526	0,5752	25	0,5379	0,5345
13	0,6425	0,5725	26	0,5305	0,5309
14	0,6326	0,5697	27	0,5232	0,5272
15	0,6230	0,5668	28	0,5161	0,5235
16	0,6135	0,5639	29	0,5090	0,5197
17	0,6043	0,5609	30	0,5022	0,5158

Tab. 32. Tabell över varandra approximativt motsvarande medeltal och förband i olika fördelningar
 Table of approximately corresponding means and spacings in different distributions

Den naturliga förnyringens höjd- och typkorrigerade medeltal..... Mean of natural regeneration after correc- tion for height and type	Rad 1 Row	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
Medeltal efter normalisering..... Mean after normalizing	Rad 2 Row	0,40	0,79	1,19	1,58	2,37	3,16	3,95	4,74	5,53	6,32	7,11	7,90
Medeltal i motsv. Poisson-fördeln. Mean of correspond. Poisson-distrib.	Rad 3 Row	0,44	0,80	1,09	1,34	1,90	2,63	3,54	4,55	5,43	6,32	7,11	7,90
Medeltal i motsv. plantering..... Mean of correspond. plantation	Rad 4 Row	0,35	0,64	0,87	1,07	1,52	2,10	2,83	3,64	4,34	5,06	5,69	6,32
Planteringsförband, m..... Spacing of plantation, m	Rad 5 Row	4,17	3,11	2,66	2,40	2,01	1,72	1,48	1,30	1,19	1,10	1,04	0,99
D:o efter korrektion för planttyp.. Do after correction for type of plants	Rad 6 Row	3,30	2,60	2,30	2,10	1,85	1,64	1,47	1,30	1,19	1,10	1,04	0,99

Tab. 33. Förband och plantantal per ha i planteringar och motsvarande jämförelseförnyringar

Spacing and number of plants per hectare of plantations and corresponding comparison regenerations

1		2		3 a		3 b	
Plantering Plantation		Motsvarande jämförelseförnyring		Plantering Plantation		Motsvarande jämförelseförnyring	
För- band m Spacing	Antal plantor per ha Number of plants per hectare	Corresponding com- parison regeneration Antal plantor per ha Number of plants per hectare	Corresponding com- parison regeneration Antal plantor per ha Number of plants per hectare	För- band m Spacing	Antal plantor per ha Number of plants per hectare	Corresponding com- parison regeneration Antal plantor per ha Number of plants per hectare	Corresponding com- parison regeneration Antal plantor per ha Number of plants per hectare
1,0	10 000	12 500	12 500	2,2	2 070	2 250	2 900
1,1	8 260	10 300	10 300	2,3	1 890	1 950	2 600
1,2	6 940	8 800	8 800	2,4	1 740	1 700	2 400
1,3	5 920	7 700	7 700	2,5	1 600	1 450	2 100
1,4	5 100	6 900	6 900	2,6	1 480	1 250	1 800
1,5	4 440	6 150	6 200	2,7	1 370	1 100	1 700
1,6	3 910	5 400	5 600	2,8	1 280	1 000	1 500
1,7	3 460	4 750	5 100	2,9	1 190	900	1 400
1,8	3 090	4 100	4 500	3,0	1 110	800	1 300
1,9	2 770	3 550	4 100	3,1	1 040	750	1 200
2,0	2 500	3 050	3 700	3,2	980	700	1 100
2,1	2 270	2 600	3 300	3,3	920	650	1 100

**Tab. 34. Antal plantor i de mot tab. 14 svarande jämförelseföryngringarna.
Frisk mark**

Number of plants in the comparison regenerations corresponding to tab. 14.
Healthy ground

m ö. h. = meters above sea level

Summa barrskogsföryngring
Sum of coniferous regeneration

Hygges- ålder Years after cutting	100 m ö. h.			150 m ö. h.			200 m ö. h.			250 m ö. h.		
	Antal fröträd per ha Number of seed trees per hectare											
	10	30	50	10	30	50	10	30	50	10	30	50
10	5 706	8 435	9 764	4 463	6 202	7 050	3 357	4 391	4 894	2 431	3 005	3 284
15	6 799	10 245	11 923	5 269	7 466	8 536	3 922	5 228	5 864	2 807	3 531	3 884
20	7 534	11 462	13 375	5 810	8 315	9 534	4 301	5 790	6 515	3 059	3 885	4 287
25	8 023	12 271	14 341	6 170	8 878	10 197	4 553	6 163	6 947	3 227	4 119	4 554
30	8 341	12 798	14 969	6 404	9 245	10 629	4 717	6 406	7 229	3 335	4 272	4 728

	300 m ö. h.			350 m ö. h.			400 m ö. h.			450 m ö. h.		
10	1 695	1 992	2 137	1 139	1 282	1 351	735	799	831	454	481	493
15	1 933	2 307	2 490	1 281	1 461	1 549	816	897	936	496	530	546
20	2 091	2 517	2 725	1 374	1 580	1 680	869	962	1 007	523	562	581
25	2 197	2 658	2 883	1 437	1 659	1 768	904	1 004	1 053	543	584	605
30	2 266	2 750	2 986	1 479	1 712	1 826	927	1 032	1 082	554	598	619

INNEHÅLL

	Sid.
I. Huvuddragen av undersökningens planläggning och utförande.....	2
II. Om utförda mätningar och observationer.....	8
Utförda huggningar.....	8
Plantor och träd.....	8
Vegetationstyp.....	9
Fröträdsytor.....	11
Storprovytor.....	12
Skogskanter.....	12
Plantregistreringen.....	12
Klassificeringarnas verkningssätt.....	16
Viktindex.....	18
Övriga observationer.....	19
III. Orientering över undersökningsmetoden, variabelvalet och bearbetningen.....	20
Om undersökningsmetodens begränsning.....	20
Om förnygringsundersökningens variabelval.....	21
Om bearbetningens praktiska genomförande.....	24
IV. Utredningar rörande plantantalet.....	30
Nyförnygring av barrträdsplantor.....	31
Beståndsförnygring av barrträdsplantor.....	43
Nyförnygring av björkplantor.....	45
Beståndsförnygring av björkplantor.....	47
Aspplantor.....	47
Alplantor.....	48
Sälgplantor.....	48
Rönnpplantor.....	49
V. Plantornas fördelning över arealen.....	49
Teoretiska underlag.....	50
Plantornas fördelning.....	54
VI. Plantmedelhöjden och dess utveckling.....	57
Nyförnygring av barrträdsplantor.....	57
Beståndsförnygring av barrträdsplantor.....	58
Nyförnygring av björkplantor.....	59
Beståndsförnygring av björkplantor.....	60
VII. Planthöjdens frekvensfördelning.....	61
VIII. Planttypens utveckling.....	69
Nyförnygring av barrträdsplantor.....	70
Beståndsförnygring av barrträdsplantor.....	70
Nyförnygring av björkplantor.....	71
Beståndsförnygring av björkplantor.....	72
Vidare undersökningar av viktindex.....	73

Betesskador.....	74
IX. Om jämförelser mellan olika återväxter.....	76
Föryngringspopulationens viktigaste egenskaper.....	77
Korrektionsfaktorer för plantornas fördelning över arealen.....	78
Korrektionsfaktorer för plantornas höjdfördelning.....	95
Korrektionsfaktorn för planttyp samt den kombinerade korrek- tionsfaktorn.....	102
Planterings (skogsodlingars) jämförelseföryngringar.....	103
Jämförelse mellan de naturliga föryngringarna och planteringar.....	109
Föryngringsresultatet på de norrländska granskogsmarkerna.....	113
Förteckning över viktigare svensk litteratur samt handböcker.....	116
Abrigdement.....	119
Tabeller.....	177